TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA, DOS ALUNOS DO I.S.T.

83

"LUSALITE"

fibro-cimento nacional

EM

INCOMBUSTÍVEL
LEVE
RESISTENTE
ISOLADOR
IMPUTRESCÍVEL

Tubos para pressões hidráulicas de 3 a 12 K.os/cm.2
Chapas onduladas para coberturas
Chapas lisas para revestimento de tetos, tabiques, etc.
Produtos da Sociedade Portuguesa de Fibro-cimento

ÚNICOS CONCESSIONÁRIOS:

CORPORAÇÃO MERCANTIL PORTUGUESA, L.DA

Rua de S. Nicolau, 123

Telefones: 2 3948 — 2 8941 — **LISBOA** — Telegramas: **Lusalite**

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de tôdas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

NÚMERO
83
Março - 1937

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N. / TEL. 49144 (linha 50)

DIRECTOR
MANUEL BRAVO
ADMINISTRADOR
LUÍS GUIMARÃIS LOBATO
CORPO REDACTORIAL
J. AUGUSTO DOS SANTOS
JOSÉ M. P. ATHAYDE
LUÍS M. FORTE

NÚMERO AVULSO..... 5$00

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	12$00	23$00	45$00
Colónias Portuguesas e Espanha...	—	30$00	55$00
Estranjeiro..	—	40$00	70$00

EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS ALUNOS DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NAS
OFICINAS FERNANDES
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
TELEFONE 2 7784 // LISBOA

SUMÁRIO

		Págs.
Centenário de Roberto Duarte Silva	pelo Prof. Charles Lepierre	137
As Matemáticas e os Engenheiros	pelo Eng.º José Colen	144
Ar comprimido	pelo Eng.º Pedro de Vasconcelos	148
Aviação	pelo cap. av. Humberto Pais	166
Algumas notas para a construção de modelos	por Francisco M. Maia	173
A prática da aviação sem motor — Sua finalidade	por Redondo Junior	175
Do Mundo Técnico		177
Notas Bibliográficas		178

PERMITIDAS AS TRANSCRIÇÕES QUE INDIQUEM:
"TECNICA,,
REVISTA DE ENGENHARIA, DOS ALUNOS DO I. S. T.

MUNDET & C.ª L.DA

Produtores, fabricantes e exportadores de cortiça e de todos os produtos dela derivados

Séde: SEIXAL--Fábrica: MONTIJO (Nascente)

AGENCIA GERAL

Dirigida por: Engenheiro José Belard da Fonseca e Construtor Amadeu Gaudêncio

ESCRITÓRIO: Rua Dr. Alexandre Braga, 55 // Telefones P. B. X. 4 3191 - 4 3192 // LISBOA // Sociedade de Construções Amadeu Gaudêncio, Limitada

O Parquet em mosaico de cortiça constitui o mais agradável, o mais cómodo, o mais decorativo e o mais higiénico pavimento de qualquer habitação

T. S. F.

LOUÇAS SANITÁRIAS
MATERIAL ELÉCTRICO
ENCANAMENTOS
BALNEÁRIOS
AQUECIMENTO CENTRAL
VENTILAÇÃO
ILUMINAÇÃO
CAMPAINHAS
TELEFONES
PÁRA-RAIOS
FRIGORÍFICOS «COPELAND»
ELEVADORES «STIGLER»

T. S. F.

Fundição de metais — Torneiras — Serralharia civil e artística—Latoaria—Galvanoplastia, etc.

Júlio Gomes Ferreira & C.ª, L.da

(CASA FUNDADA EM 1823)

A MAIS ANTIGA NO SEU GÉNERO

Estabelecimentos { Rua da Vitória, 82-88 / Rua Aurea, 166-170 — LISBOA

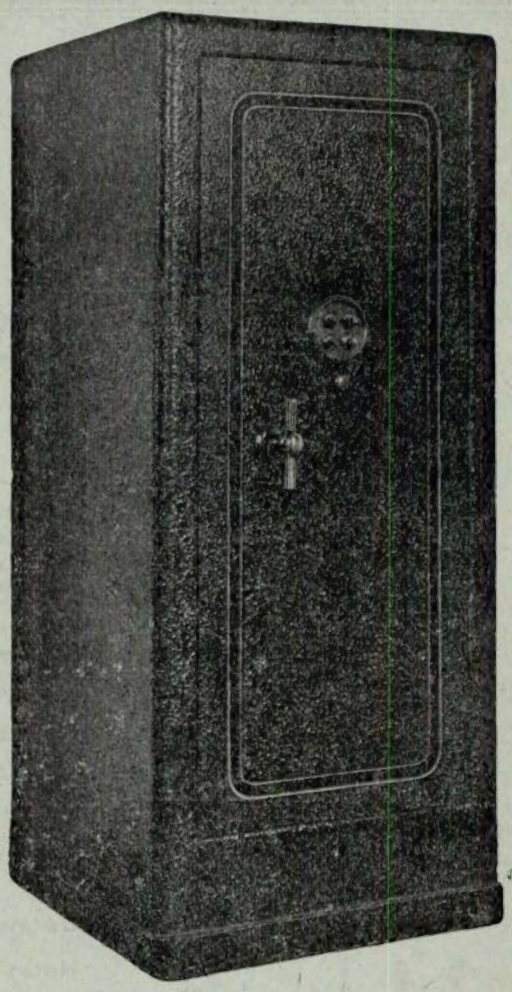
Fábrica: Rua S. Tiago, 19

Telefones 21361 P. B. X.

VENDAS A PRESTAÇÕES

Fábrica Portugal, L.DA

Regueirão dos Anjos, 96—LISBOA



SEGURANÇA ABSOLUTA CONTRA

SALAS DE EXPOSIÇÃO E VENDA:

Rua Febo Moniz, 2 a 20—Telef. 4 7158
Praça dos Restauradores, 49 a 54—Telef. 2 4948
Avenidas da República e Elias Garcia—Telef. 4 7159
Rua da Graça, 82 e 84—Telef. 4 7160

Engenheiro Civil I. S. T.

Ricardo E. Teixeira Duarte

Captagens de água subterrânea
Sondagens e Poços artezianos
Fundações em terrenos aquíferos

RUA AUGUSTA, 280, 4.º (ELEVADOR)

Telefone 2 3962

LISBOA

EMULSÕES
de asfalto para estradas

Todos os típos e percentagens

TELEFONE 20879
Telegramas: Epalda — LISBOA

FÁBRICA EM SACAVÉM

LIZ

CIMENTO PORTLAND ARTIFICIAL

Em barricas de 180 quilos e sacas de 50 quilos

O melhor e mais regular dos cimentos — Endurecimento rápido — As mais altas resistências

Produção anual de 120.000 toneladas, empregando dois fornos rotativos metálicos

EMPRÊSA DE CIMENTOS DE LEIRIA

S. A. R. L. — Capital 8.000:000$00

Fábricas em Maceira — MARTINGANÇA

Escritórios: R. do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA — Telef. n.os 21331/32/33

FILIAL DO NORTE — Rua Formosa, 297 — PORTO

AGENTES EM TODO O PAÍS

União Eléctrica Portuguesa, S. A.

SEDE SOCIAL

Rua Duque de Loulé, 243 — PORTO

CAPITAL { Acções..... 40:000 contos
Obrigações 11:000 contos

ELECTRICIDADE DO LINDOSO

FORÇA { Hidráulica..... 40:000 HP
Térmica ..... 20:000 HP

Potência já contratada 20:000 HP
Potência disponível... 22:000 HP

Extensão total das linhas em exploração : 700 quilómetros

Facilidade para electrificação de fábricas e linhas distribuïdoras nas zonas de PORTO, Braga, Coimbra, Figueira da Foz, Leiria, Alcobaça, Tomar, Caldas da Rainha, etc.

Consultai as nossas tarifas

CIMENTO

SECIL

Experimentem a nova embalagem em sacos de papel, absolutamente segura, impermeável e sem devolução

Delegação em Lisboa: R. DO COMERCIO, 56, 3.º

Endereço telegráfico: SECIL—Lisboa
TELEFONES : 2 8201, 2 8202 e 2 9166

FÁBRICA EM OUTÃO (SETÚBAL)

Azeitão 404 Setúbal 283

Sondages. Etanchements. Consolidations "Procédés Ródio"

Sondagens geológicas

Estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geofísico

Consolidação e impermeabilisação de terrenos e alvenarias por meio de injecções de cimento, produtos químicos, etc.

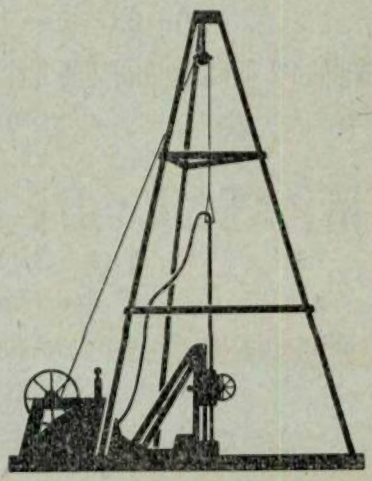
Estacas de beton armado, sistema **Ródio** sem fazer trepidar o solo

Rebocos comprimidos por «cement gun»

Fundações em terrenos difíceis por congelação artificial, ou baixando o nível da agua friática.

Sociedade Anónima com séde em PARIS

As melhores referências no paiz e no estrangeiro



Engenheiro delegado para Portugal

Walter Weyermann

P. do Município, 32-2.º--LISBOA Tel. 2 8685

Os alunos do 6.º ano do Instituto Superior Técnico, realizam no próximo dia 15 de Maio, nas suas novas instalações, um baile de despedida. Êste será abrilhantado por duas das nossas melhores orquestras, servindo-se uma óptima ceia.

Os bilhetes só podem ser requisitados por intermédio de Professores, Assistentes ou Alunos, não se atendendo a marcações pelo telefone.

PARA NOTÍCIAS MAIS PORMENORIZADAS, VER A IMPRENSA DIÁRIA.

TÉCNICA

MANUEL BRAVO
DIRECTOR

ANO XII - N.º 83 MARÇO DE 1937

Centenário de Roberto Duarte Silva

Homenagem prestada ao Mestre

PELO ENG.º CHARLES LEPIERRE
(PROF. I. S. T.)

(Academia das Ciências de Lisboa, 18 de Fevereiro, e Sociedade Portuguesa de Química e Física, 3 de Março de 1937).

A minha presença aqui tem um motivo fundamental: prestar a minha mais sentida homenagem à memória de um químico português ilustre que foi o meu Mestre durante três anos na Escola de Química e Física de Paris onde me formei. A *R. D. Silva*, ao Director da Escola *Paul Schutzenberger*, e a *Hanriot*, devo a minha formação química. A *Curie*, *Hospitalier*, *Baille*, *Dommer*, a minha formação física. A *Albert Lévy* a minha formação matemática.

Conservo de todos os meus Mestres a gratidão do discípulo; gratidão que o tempo não atenuou. Mas guardo no fundo do meu coração uma afeição quási que filial para os dois primeiros: *Silva* e *Schutzenberger*.

Em Novembro do ano findo o Ex.mo Sr. *Joaquim Duarte Silva*, sobrinho do ilustre homem de ciência que comemoramos hoje, chamou a minha atenção sôbre a data do nascimento de *R. D. Silva*.

ROBERTO DUARTE SILVA

A Academia, por proposta do General Aquiles Machado e minha resolveu promover homenagem em honra de tão preclaro Português. Promovemos assim o envio de mensagens por parte da «*École Centrale des Arts et Manufactures*» dirigida hoje por *Léon Guillet*, Membro do Instituto de França — da *École de Physique et Chimie de Paris*, anexa à Faculdade de Ciências, dirigida hoje pelo antigo aluno *Paul Langevin*, também Membro do Instituto — da *Société Chimique de France*, à qual *R. D. Silva* presidiu em 1887 e a quem legou a sua biblioteca e os seus bens — da Associação dos antigos alunos «de Physique et Chimie» — todos enviaram mensagens em honra do meu querido Mestre, reconhecendo assim que embora tivessem decorridos 47 anos após a sua morte, a sua passagem deixou sulco tão profundo que os seus discípulos, os seus pares não olvidaram o papel importante que

R. D. Silva teve então no ensino da Química em Paris e no desenvolvimento da ciência que cultivamos. A Sociedade de Química e Física Portuguesa não podia deixar também de manifestar a sua simpatia promovendo igual manifestação.

R. D. Silva nasceu em St.º Antão no Cabo Verde, a 25 de Fevereiro de 1837 — perfaz pois agora cem anos; formado em farmácia pela Escola de Lisboa, após poucos anos passados em Macau e Hongkong (de 1857 a 1862), *R. D. Silva* estabeleceu-se em França, país que a bem dizer nunca mais deixou e que foi para êle uma segunda Pátria, sem que aliás jámais esquecesse Portugal, mesmo quando naturalizado francês pela necessidade imposta pela sua nomeação como professor da Escola Química e Física Industriais de Paris e da Escola Central de Artes e Manufacturas. Morreu em Paris em 9 de Fevereiro de 1889, novo ainda, pois não tinha 52 anos. Foi certamente vítima da tuberculose.

A biografia de *R. D. Silva* acaba de ser feita pelo General *Aquiles Machado*. Não repetirei o que está dito e bem dito, limitando-me a invocar lembranças pessoais.

A actividade científica de *R. D. Silva* exerceu-se nos Laboratórios de *Wurtz* e de *Friedel* de 1867 até sua morte. A sua actividade como professor, para a qual tinha notável predisposição, exerceu-se, primeiro como Chefe de trabalhos de análise na Escola Central, depois, como professor de 1882 a 1887, na «École de Physique et Chimie» e finalmente, como professor também na «École Centrale» de 1887 até o seu falecimento.

Foi como disse na «École de Physique et Chimie», então dirigida pelo eminente químico *Paul Schutzenberger* que conheci *R. D. Silva*. Cursei essa escola de 1884 a 1887 e durante êste período tive sempre *R. D. Silva* como professor, quere de química mineral — quere de química analítica.

O ensino fazia-se na teoria atómica, para a qual os alunos estavam a princípio pouco familiarizados, porque o ensino oficial da química, secundária e superior — dava-se, mercê da influência, nêste caso prejudicial de *Berthelot* — aliás um eminente químico — na *teoria dos equivalentes*. A Faculdade de Medicina, o Colégio de França, e, mais tarde, a Escola de Física e Química eram os centros da revolução atómica, com *Wurtz, Friedel, Lourenço, Butlerow, A. Gautier, Schutzenberger, Silva, Henninger, Etard*. Nessa época 1884, *Wurtz* podia ainda sustentar o que dizia em 1875 ao redigir as suas famosas «*Lições elementares da química moderna*»:

> «Les éditions de ce petit livre se succédent rapidement, bien que les doctrines qu'il expose et la méthode qu'il essaye de propager soient bannies de l'enseignement officiel... Dans tous les pays du monde, excepté dans le nôtre, on a tenu compte pour l'enseignement élémentaire de la Chimie, des progrès accomplis de nos jours. Les idées qui se font jour sur la constitution des composés organiques et sur le mode de combinaison de leurs éléments ont été étendues aux combinaisons minérales elles-mêmes. A la base de ces idées se trouve une hypothèse célèbre, celle des atomes. Cette hypothèse s'applique avec un égal bonheur à l'explication des phénoménes chimiques tels qu'ils nous apparaissent aujourd'hui et à l'interprétation des faits concernant les états physiques de la matière et les changements que lui font éprouver les agents impondérables.»

Dizia *Wurtz:* A teoria atómica é apenas uma hipótese, mas oferece um carácter tal de simplicidade e de generalidade que a torna verosimil, servindo de ligação entre as duas ciências que tratam da constituïção da matéria — a química e a física.

Por muito entusiasta que *Wurtz* fôsse da teoria atómica não podia êle imaginar que trinta anos não teriam decorridos sem que se verificasse a realidade da existência dos átomos, a complexidade da sua estrutura, etc.

Tive assim ensejo de ter *R. D. Silva* como professor de duas cadeiras, durante os três anos do meu curso, na razão de 3 lições semanais de hora e meia cada e de poder avaliar as qualidades que o tornavam um excelente professor.

Falava correctamente o francês, o inglês, o alemão, além do português é claro. Mas conservou sempre uma pronúncia que provocava

sorrisos aos irreverentes estudantes que éramos então. Era dum escrúpulo extraordinário na organização das lições e dos trabalhos práticos, que dirigia superiormente, embora tivesse chefe de trabalhos e preparador. Assim os produtos diversos, destinados às análises e provas de exame, eram analisados por *Silva* pelos diversos métodos indicados na aula, de modo a êle mesmo ter a noção dos êrros possíveis e da sensibilidade dos processos e poder julgar com consciência os resultados apresentados pelos futuros engenheiros químicos.

Acabado o meu curso, precisei ganhar dinheiro — circunstância que ainda hoje se observa correntemente — e fui exercer a profissão numa fábrica de assúcar de beterraba do norte da França.

Um dia — dia célebre para mim — 23 de Dezembro de 1887 — recebi nessa fábrica, uma carta que conservo piedosamente de *R. D. Silva* — carta que decidiu da minha vinda a Portugal e do curso definitivo da minha carreira, porque de 1888 até hoje nunca deixei de ser hóspede de Portugal e funcionário dos seus diversos Governos.

Mal pensava eu nessa tarde frigidíssima de 6.ª feira, 31 de Dezembro de 1887, ao encontrar-me em Paris com *José Júlio Rodrigues* que eu via pela primeira vez no patamar da casa de *R. D. Silva*, 26, Rue de la Harpe, perto do Museu de Cluny, que passaria a minha vida em terra lusitana...

Desde a minha chegada a Lisboa até à sua morte mantive com *R. D. Silva* correspondência sôbre assuntos diversos — de que conservo piedosamente uma dezena de cartas. Por isso, quando soube por *Schutzenberger* que *R. D. Silva* podia considerar-se perdido e quando passadas poucas semanas tive notícia do seu falecimento fiquei tão comovido como se alguem dos meus tivesse desaparecido...

Que êste preâmbulo sirva de introdução ao ràpido exame que vamos fazer da obra científica do homenageado. A obra científica de *R. D. Silva* já foi exposta em dois trabalhos magistrais:

Logo após o falecimento de *Silva*, o seu mestre e colaborador *Friedel* escreveu no B^in^ da S.té. Chimique de Paris, uma extensa biografia de *R. D. Silva* (1889). Em 1906 o grande e malogrado químico portuense *A. J. Ferreira da Silva*, que era muito amigo de *R. D. Silva* publicou uma bela, sentida e desenvolvida memória sôbre a sua obra. Bastar-me-á respigar nestas publicações e acrescentar mais algumas informações para que os meus ilustres ouvintes possam aquilatar do valor do químico que glorificamos hoje.

A vida científica de *R. D. Silva* decorre num periodo curto, pois não excede 20 anos: de 1867 a 1887.

Pondo de parte as missões, congressos, relatórios em que tomou parte ou que elaborou, tratarei sòmente da parte *original* da obra de *R. D. Silva*, isto é da *parte construtiva* para o grande edifício da química — parte esta que é a bem dizer a única que predura e que aquilata o cientista. A obra científica *original* de *R. D. Silva* pertence quási por inteiro á química orgânica — o que não é para admirar, atendendo ao *meio* em que essa obra se realizava, porque *Wurtz* e *Friedel* eram essencialmente químicos organistas. Começaremos pois pelos trabalhos de química orgânica e expô-los-emos pela sua ordem cronológica:

1867 — Estuda as aminas compostas, com radicais amilo — ou amilaminas. Partindo do cianato d'amilo (ester ciânico do metil-butanol, como diríamos hoje), trata-o pela potassa.

$$CO.N.\ C^5\ H^{11} + {}_2\ OHK \rightarrow$$
$$\rightarrow N''^{H2} - C^5\ H^{11} + CO^3\ K^2.$$

obteve, não só a amina primária $N''^{H2}C^5\ H^{11}$, fácil de prever, mas as aminas secundárias $N^{H}\ (C^5\ H^{11})^2$ e terciária $N\ (C^5\ H^{11})^3$ que se separam umas das outras por distilação fraccionada.

Devemos desde já notar que há 70 anos, quando *Silva* realizava êste trabalho e os que lhe seguiram, o apetrechamento dos laboratórios não era tão perfeito como hoje; as análises orgânicas exigiam massas relativamente elevadas de substâncias, da ordem do decigrama, ao passo que hoje bastam, pela técnica da semi-micro análise, alguns centigramas. A dosagem do azote fazia-se pelo excelente, mas delicado método de Dumas; não havia fornos eléctricos para as combustões ou operações a determinadas temperaturas, etc. O trabalho laboratorial era mais árduo, exigia mais perícia.

1868—Estudando uma planta de Cabo Verde o «*Curcus purgans*», isto é a bem conhecida *purgueira*, isola o alcool octílico secundário ou octanol — 2, por distilação sêca de sabão potássico.

$$CH^3\ (CH^2)^5\ CHOH\ \ CH^3$$

No mesmo ano, com *Ph. de Clermont* estuda o *ácido piruvico* $CH^3.\ CO.\ CO^2\ H.$ ou propanona-oico.

1869 — Nesse ano *R. D. Silva* publica diversas notas sôbre os esteres do alcool isopropilico (propanol 2): butirato, valerato, fenato, cianato, sucinato, benzoato, etc.

É sabido que o *propanol 2* foi obtido pela 1.ª vez em 1862 por *Friedel* que fixou assim a noção de alcool secundário.

Obteve-o por hidrogenação da acetona (amalgama de sódio). É preparação delicada, embora teóricamente simples, porque ao lado do *propanol 2*, aparece sempre a pinacona (dimetilo 22, batanadiol 22), como tive muitas vezes a ocasião de observar com os meus discípulos.

$$\begin{array}{ccccccc} & & CH^3 & & CH^3 & & \\ & & | & & | & & \\ CH^3 & - & C & - & C & - & CH^3 \\ & & | & & | & & \\ & & OH & & OH & & \end{array}\quad \text{(pinacona)}$$

Partindo do alcool isopropilico *R. D. Silva* preparou como disse, diversos esteres, pelo método de *Wurtz:* acção do iodeto d'isopropilo (iodopropana 2) sôbre os sais de prata dos respectivos ácidos: butírico, valérico, etc.

$$CH^3.\ CI.\ CH^3 + R.\ CO^2\ Ag \rightarrow CH^3.\ \underset{\substack{| \\ CO^2 \\ R.}}{CH}\ CH^3 + I\ Ag.$$

Na mesma ordem de ideias preparou o nitrito d'isopropilo:

$$C^3\ H^7\ O.NO$$

ou

$$CH^3.\ \underset{\substack{| \\ O - NO}}{CH}.\ CH^3$$

É o ester nitroso do propanol 2.

Se tivesse efectuado a distilação a maior temperatura, teria isolado o seu *isómero* a nitropropana 2, $CH^3.\ \underset{\substack{| \\ NO^2}}{CH}.\ CH^3$, descoberto alguns anos depois por *Victor Meyer*, com grande desgôsto de *R. D. Silva*. Nos derivados nitrados o azote é ligado directamente ao carbono, ao passo que no ester nitroso de *Silva* a ligação faz-se pelo oxigénio — resultando daí propriedades diferentes.

No mesmo ano 1869 publica um estudo sôbre a propilamina, fazendo reagir o iodeto de propilo I. C^3H^7 sôbre o cianato de prata.

1870. Encontra-se uma nota, de colaboração com *Friedel*, sôbre o cloro-brometo de propilena, ou cloro-bromo propana

$$CH^2 = CH\ CH^3 \rightarrow CH^2\ Cl.\ CHCl.\ CH^3$$

1871. Demonstra a identidade da propilena-clorado (cloro-propena), derivado do metilcloroacetol, com o cloro propena, derivado do cloreto de propilena (dicloro propana $CH^3.\ CCl.\ CH^2\ Cl.$).

Estuda com *Friedel* a acção do *cloreto de iodo* sôbre o clorofórmio e a acção do Cl^2 e do Cll sôbre o cloreto d'isopropilo (cloro-propana 2).

No mesmo ano 1871 publica, com o bem conhecido químico *Crafts*, um estudo sôbre o óxido de *trietilofosfina*. É sabido que *Friedel* e *Crafts* ligaram o seu nome ao método clássico de preparação dos hidrocarbonetos cíclicos pelo emprêgo do $Cl^3\ Al$, como agente a bem dizer catalizador.

A trietilfosfina $P\ (C^2H^5)^3$, obtida por *Cahours* e *Hoffmann*, pela acção do zinco-etilo sôbre o tricloreto de fósforo, é líquida; oxida-se imediatamente em presença do ar dando o óxido $O = P\ (C^2\ H^5)^3$. Êste óxido foi preparado por *R. D. Silva* e *Crafts* aquecendo o fósforo com iodeto d'etilo, expulsando o excesso dêste último por distilação com alcool etílico e distilando o resíduo sôbre potassa:

1) $P + 4\ I\ C^2\ H^5 \rightarrow I\ P\ (C^2\ H^5)^4 + P\ I^3$
iodeto de tetra etil fosfónio.

2) $P\ I^3 + 3\ (I\ P\ (C^2H^5)^4 + I^2 \rightarrow 4\ I^2\ (P\ (C^2H^5)^3$
iodeto de trie-etil fosfina.

3) $I\ C^2\ H^5 + I^2\ P\ (C^2H^5)^3 \rightarrow I^2 + I\ P\ (C^2\ H^5)^4$

4) $I\ P\ (C^2H^5)^4 + OHK \rightarrow O\ P\ (C^2H^5)^3 + C^2\ H^6 + I\ K$
(óxido de trietilofosfina)

Êste óxido cristaliza fàcilmente e é muito estável.

1872 — Nesse ano continuou *R. D. Silva* os seus trabalhos sôbre esteres do propanol 2 preparando o formiato, o lactato, o cianato.

Em colaboração com *Friedel,* estuda a acção do cloreto de iodo sôbre o cloreto de propilena (dicloropropana); verificam a existência de *dois cloro propenas isomeros,* pela acção do *metilo-cloro acetol clorado* sôbre a água e pela acção do cloro sôbre a propena clorada, na sombra. Finalmente os dois autores preparam um 3.º «propilena diclorado» ou dicloro propena

$$CH^2 = CH.\ CH^3 \rightarrow CH^2 = CCl.\ CH^2\ Cl$$

É evidente que as fórmulas usadas pelos equivalentistas não podiam explicar êstes diversos casos de isomeria.

Daí o êxito das fórmulas de constituïção independentes até certo ponto da hipótese atómica.

No meu tempo de rapaz, as más línguas diziam até que quando *Berthelot* e seus discípulos, *Jungfliisch* e outros, encontravam isómeros, no seu caminho, fixavam-lhe *primeiro* as propriedades prováveis à luz das fórmulas de constituição atómica!

Datam dêste ano 1872 importantes trabalhos de *R. D. Silva* elaborados sósinho ou com a colaboração de *Friedel:* são as pesquizas sôbre a *tricloridrina* $C^3H^5\ Cl^3$ ou *tricloro-propana* $CH^2\ Cl.\ CHCl.CH^2\ Cl$ e seus *isomeros.* Estudo do cloro-bromo-propana (clorobrometo de propilona). Estudo do cloro-iodeto de propilena acção da prata sôbre o cloro-iodo-etana, (cloro-iodeto de etilena).

Preparou o *diisopropilo* $(C^3\ H^7)^2$, que não é o hexana normal $C^6 H^{14}$, mas um isomero o 2. 3. dimetilo butana.

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} > CH - CH < \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}$$

ou

$$CH^3 - \underset{\underset{CH^3}{|}}{CH} - \underset{\underset{CH^3}{|}}{CH} - CH^3$$

chamava-se nesse tempo *diosopropilo* ou *tetrametil étano simétrico,* nomes que explicavam bem não só a sua formação, como a sua constituição.

R. D. Silva recorreu para isso à acção do sódio sôbre o iodeto de isopropilo.

É o disopropilo que serviu para preparar diversos derivados clorados.

Aquecendo o mesmo *iodeto de isopropilo* $I\ C^3\ H^7$ com amalgama de sódio, obteve, além de pequenas quantidades de diosopropilo, de propana e de propena, bastante *pentametilo butano* $C^9\ H^{20}$ — que é o *2. 3. 5. trimetil hexano.*

$$CH^3.\ \underset{\underset{CH^3}{|}}{CH} - \underset{\underset{CH^3}{|}}{CH} - CH.^2\ \underset{\underset{CH^3}{|}}{CH} - CH^3.$$

É líquido que ferve a 130°; isto é, próximo dos pontos da ebulição das nonanas, que aparecem nos petróleos americanos.

1873 — Acabamos de ver quanto fecunda foi a produção de *R. D. Silva,* durante o ano 1872. Não o foi menos a do ano 1873, em que figura a bela síntese da *glicerina,* realizada de colaboração com *Friedel* e que contribuiu para tornar conhecido para sempre o nome do nosso ilustre Mestre.

A síntese da glicerina $C^3\ H^8\ O^3$ (glicerol) — o primeiro triol $CH^2\ OH.\ CH\ OH.\ CH^2\ OH$ foi apresentada à Academia de Ciências de Paris, por *R. D. Silva* e *C. Friedel* e fig. em C. R. t. 46. p. 1594.

A glicerina, descoberta pelo imortal *Scheele* em 1779, por saponificação do azeite pelo litargírio, foi assim chamada por ser adocicada ao paladar.

Pelouze, em 1836, fixou-lhe a composição centesimal. *Wurtz* em 1853 realizou a primeira síntese parcial, partindo do *alcool alílico dibromado* (que hoje denominamos propanol 1. dibromo 2. 3. $CH^2\ Br. — CHBr.\ CH^2\ OH$ e que se confunde com a chamada «dibromidrina» da glicerina. Mas o álcool alílico $CH^2 = CH.\ CH^2\ OH$ (propenol) fôra preparado por *Wurtz, partindo da glicerina.* Logo a *síntese dêste corpo não era total.* De facto a glicerina desidratada e aquecida a 195°, com ácido oxálico (etanodioico) ou formico (metanoico), dá esteres oxálicos ou fórmicos da glicerina, que por perda de CO^2 e de OH^2, dão em última análise o álcool alílico (propenol):

$$CH^2\ OH.\ CH\ OH.\ CH^2\ OH + OH\ CO.\ CO\ OH \rightarrow OH^2 + CH^2\ OH.\ \underline{CHOH.\ CH^2 O.}$$

ester oxálico

$(CO.COOH)$ e $\rightarrow CO^2 + \underline{CH^2 OH.CHOH.CH^2O}$

ester monoformico da glicerina

COH e finalmente $\rightarrow CO^2 + OH^2$

$\underline{+ CH^2 OH.CH = CH^2}$

álcool alilico ou propenol

ou simplesmente $C^3 H^8 O^3 \rightarrow C^3 H^6O + H^2 O^2$

e $C^2 O^4 H^2 + H^2O^2 \rightarrow 2CO^2 + 2OH^2$

o propenol tendo uma dupla ligação, pode fixar Br^2 dando a dibromidrina da glicerina $\rightarrow CH^2 OH.CH\ Br.CH^2\ Br$.

Silva e *Friedel* efectuaram o ciclo completo que os levou à sintese total do *propanotriol* ou *glicerol*.

Partem da acetona $CH^3.CO.CH^3$ ou $C^3 H^6 O$; a sintese desta, tinha sido realizada partindo, como é sabido do ácido acético, em presença das bases. O próprio ácido acético $C^2 H^4 O^2$ foi obtido, por síntese, por *Berthelot* por vários métodos: assim, partindo da acetilena, $C^2 H^2$ (cuja síntese directa deve-se também a Berthelot); pondo em contacto OHK, em presença do *ar* e da *luz*, $C^2 H^2$ oxida-se dando ácido acético:

$C^2 + H^2 \rightarrow C^2 H^2$ e $C^2 H^2 + OH^2 + O \rightarrow C^2 H^4 O^2$.

Esta síntese é hoje realizada industrialmente e vimos fabricar, nas fábricas de Kühlmann, toneladas de $C^2 H^4 O^2$, por hidratação de C^2H^2, de modo a obter o aldehido acético, (etanal) $CH^3 C H O$ ou $C^2 H^4 O$, por simples fixação duma molécula de água. O aldehido acético, em presença do ar e de outro catalizador (mercúrio) dá imediatamente $C^2 H^4 O^2$.

A calcinação dos acetatos alcalino-terrosos dá, como é sabido, a *acetona* (propanona):

$$2\,(C^2 H^4 O^2) \rightarrow \frac{CH^3 CO.CH^3}{C^3 H^6 O} + CO^2 + OH^2$$

Vimos que a acetona fixa fàcilmente H^2 dando o propanol 2 (alcool isopropílico) Êste $CH^3.CHOH.CH^3$, em presença de desidratantes, a quente, perde os elementos da *água*, dando o propeno $C^3 H^6$ ou $CH^2 = CH.CH^3$

$$C^3 H^8 O \rightarrow OH^2 + C^3 H^6$$

Tendo o *propeno* fixa-se 2 at. de Cl. sôbre a dupla ligação e obtem-se fàcilmente: $CH^2.CHCl.CH^2 Cl$. (dicloropropeno) ou 1,2 dicloro propano—ou dicloridrina da glicerina. Fazendo então actuar o cloreto de iodo, ICl, obtem-se a tricloridrina *$CH^2 Cl\ CHCl.\ CH^2\ Cl$* (ou tricloro 1.2.3 propana) que, por simples saponificação com a potassa, etc., perde três at. de Cl., que são substituidos por outros tantos oxidrilos, precisamente nos lugares onde o Cl se encontrava. Obtem-se assim a glicerina $CH^2 OH.CHOH.CH^2 OH$ — propanatriol.

Em vez de partir do cloreto de propena $C^3 H^6 Cl^2$ pode partir-se do cloro-iodeto $CH^2.CHI.CH^2 Cl$, que se obtem fazendo passar o gás propeno num soluto de ICl.

De 1874 a 1885, *R. D. Silva* continuou a produzir dentro das séries orgânicas a que desde o inicio se tinha especializado. Assim estuda (1874) os derivados do disopropilo; em 1875 a acção dos alcooes sódados sôbre a cânfora.

A acção do IH sôbre o éter (óxido de etilo), a frio — acção do IH sôbre a acetona e sôbre os éteres mixtos. (1876).

Em 1877 realiza a síntese do isopropilobenzeno $C^6 H^5.CH < \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}$.

Em 1878 faz a síntese do difenolopropana $C^6 H^5 - CH^2.CH^2.CH^2\ C^6 H^5$.

Em 1880 tranforma a epicloridrina em propanol 1.

Em 1882 estuda a transformação da glicerina em propanol (1) alcool propilico normal).

Em 1884 realiza a síntese da difeniloctana asimétrica, partindo do cloreto de etilidena, $CH^3.CH < \begin{matrix} Cl. \\ Cl. \end{matrix}$

Em 1885: mais alguns hidrocarbonetos aromáticos (isopropilo tolueno) etc., não isolados até então.

De 1886 a 1887 realizou *R. D. Silva* os seus últimos trabalhos, inspirados pela orientação da sua vida como professor de química analítica, porque, como disse, a preparação das suas lições era feita com o maior esmero, ve-

rificando os métodos que ensinava: é assim que estudou e publicou nesses dois anos a dosagem volumétrica do zinco, cobre, cadmio, níquel, cobalto. Apresenta um método novo de análise do zarcão (mínio). Já em 1865 realizára uma análise das areias tinaníferas do Cabo Verde.

Além das publicações originais a que acabo de me referir deixou o seu clássico e ainda excelente tratado de *Análise química:*

Traité d'Analyse chimique par R. D. Silva, Prof. à l'École Centrale des Arts et Manufactures et à l'École de Physique et de Chimie Industrielles publié por *M. R. Engel,* prof. à l'École Centrale, membre correspondant de l'Académie de Médecine — Paris. G. Masson, éditeur. 1891.

Êste tratado, que correspondia precisamente aos cursos que êle regia, não foi pois publicado por êle, visto ter falecido em 1889. Mas os seus amigos e o seu sucessor *Engel* resolveram pôr em ordem os manuscritos que deixara e proceder à sua publicação — publicação que aliás *R. D. Silva* encarara muitas vezes.

A publicação desta obra foi uma homenagem justa prestada ao grande professor.

Darei finalmente notícia, que me parece pouco conhecida, duma pequena publicação feita em 1886, para iniciar os seus discípulos nos fundamentos da teoria atómica — que como dissemos, ainda se não ensinava oficialmente nos liceus franceses dêsse tempo. O livro tem o seguinte título:

«*Considérations sur la Théorie atomique*»

Trata-se dum opúsculo de 43 páginas onde a matéria que pode interessar um estudante de curso secundário se encontra exposta de maneira clara e brilhante.

E para acabar: pena é, como disse *Friedel,* que as circunstâncias da vida de *R. D. Silva* não lhe permitisse dar maior contribuïção para a ciência química: dificuldades económicas — saúde fraca — perda de um ôlho — falecimento precoce — tudo contribuiu para que o nosso querido Mestre não desse o que era lícito esperar da sua lucidíssima inteligência e do seu ardor ao trabalho.

Seja esta minha singela palestra a homenagem mais profunda de gratidão dum modesto discípulo para o seu Mestre ilustre.

AS MATEMÁTICAS E OS ENGENHEIROS

PELO ENG.º JOSÉ COLEN

(ASSISTENTE DO I. S. T.)

Se fôsse possível fazer entre os engenheiros um inquérito sôbre a utilidade das matemáticas superiores, e se nas respostas houvesse a independência que se costuma usar numa conversa de amigos, é de esperar que a maioria declarasse que não lhes encontra aplicação no seu campo de actividade; convém frisar que aquela classificação de superiores serve quási só neste caso para distinguir aquelas noções que se não adquirem no ensino secundário. É notável, e por um lado desconcertante, que são em regra os elementos mais produtivos desta classe que assim pensam com mais sincera convicção; de resto, grande parte dos outros também esquece a matemática que aprendeu, mas duma maneira geral não se dá ao trabalho de ter opiniões.

Apesar de ser lamentável que êsses engenheiros não saibam empregar o poderoso instrumento que lhes foi ensinado (muitas vezes não percebem quando se estão servindo dêle), não valeria muito a pena discutir com quem já não está em idade de ser convencido, se a propagação destas ideias não determinasse um resultado que considero indispensável contrariar. Por diferentes caminhos estas opiniões são comunicadas àqueles que se preparam para ser engenheiros, que dada a sua origem as pretendem cheias duma autoridade que é difícil contestar, e é evidente que a difusão destas doutrinas entre êstes últimos, tem de ser um elemento perturbador do rendimento e da finalidade do seu trabalho.

Essa conseqüência é tanto mais fàcilmente atingida, quanto é certo, que na maioria dos actuais alunos (creio que isso não sucede só em Portugal), por diversas causas que é complicado distinguir, se vem observando, em relação aos anteriores, um progressivo decrescimento na importância que dão às preocupações de ordem intelectual e cultural, que sejam desinteressadas; o que lhes importa em primeiro lugar é passar para obter o diploma, e em seguida saber aquilo que precisam, ou julgam que é preciso, para a sua futura vida profissional. Desta vida, principalmente no início dos estudos, costumam ter uma ideia deformada, correspondente àquela que é habitualmente romantizada, e que a realizar-se se assemelharia à actividade normal dos capatazes e dos contra-mestres, que acumulassem funções directivas; é o que se pode chamar o conceito desportivo da profissão.

Nesta ordem de ideias, todos aqueles assuntos, que não têm uma aplicação evidente, são em regra estudados com repugnância ou pelo menos com leviandade e se ainda por cima ouvem engenheiros, que trabalham onde êles hão-de vir a trabalhar, afirmar que a sua utilidade é mais do que contestável, só um ou outro com tendências especiais, é que dará a essas disciplinas uma importância superior ao mínimo indispensável para cumprir, e não há brilho de exposição ou elegância de forma que lhes consiga comunicar mais do que um entusiasmo passageiro e infecundo.

A importância relativa da teoria e da prática na preparação do engenheiro, é um dos assuntos que se presta com facilidade à controvérsia já pela falta de tradição dêste ensino, já pela dissemelhança entre a organização dos cursos nos diferentes países, e ainda em virtude da extensão ràpidamente crescente das matérias que se têm de aprender, ou dos diferentes graus em que se exerce a profissão. Em todo o caso, não se pode dar o mesmo pêso, por um lado às opiniões daqueles que pela prática docente, pelo estudo das questões que lhe são afins e principalmente pela reflexão esclarecida, adquirem uma competência especial nos assuntos do ensino, e por outro às afirmações dos que, embora inteligentes, se

apoiam ùnicamente na sua experiência de engenheiros; êstes, como não pode deixar de ser, são levados a apreciar o problema só por um dos seus aspectos e por isso confundem, por exemplo, os defeitos dos homens com as insuficiências da sua preparação profissional e outras vezes exageram a importância de casos que a não têm, como seja a falta do conhecimento dum pormenor de ordem prática, que muitas vezes não pode ser objecto de ensino magistral. Evidentemente que as opiniões dêstes últimos não devem ser desprezadas, devendo até pelo contrário ser coligidas com o maior interêsse, para serem estudados os seus alvitres, mas em regra nunca chegam a constituir um corpo de doutrina, que mereça grande atenção. É preciso fazer ainda observar, que essa insuficiência, não se verifica por êstes assuntos, apresentarem uma dificuldade transcendente ou conterem qualquer segrêdo; muito ao contrário, apesar do muito que se tem discutido, por enquanto, o que se sabe com certeza é pouco e simples, mas ainda assim exige algum estudo e principalmente muita reflexão.

Todavia, como era de esperar, não há em regra nenhuma prudência ao emitir opiniões a êste respeito, ainda que em geral, não haja coragem para as fazer saír dum âmbito restrito. Qualquer engenheiro, e os próprios alunos, têm os seus remédios para corrigir determinados defeitos, reais ou ilusórios, criticam os métodos, indicam as faltas que é necessário preencher, falam na vantagem de supressões, etc., tendo sempre como argumento fundamental a maior ou menor utilidade para o exercício da profissão.

No que se refere às matemáticas, ao contrário do que parecia lógico, apesar de as classificarem como inúteis, ninguém propõe que sejam suprimidos, quanto muito fala-se numa redução dos seus programas; isto só pode ser motivado pelo facto de verificarem que elas continuam a ser mantidas nos cursos similares estranjeiros, em especial nos daquele país para cuja organização profissional vão, em cada caso, as suas preferências e a sua admiração. Para justificar êste aparente paradoxo, costumam atribuir às matemáticas outras virtudes, que são sempre mal concretizadas, mas que classificam com o atributo de pedagógicas, o que esconde quási sempre uma ignorância total do significado da palavra, no que não fazem senão seguir a opinião vulgar que confere à ciência pedagógica um alcance que está longe de ter sido atingido. Para alguns a matemática teria também como finalidade promover a selecção, eliminando aqueles que não tivessem certas faculdades para o exercício das funções de engenheiro, e ainda para outros a matemática deve ser ensinada ao futuro técnico, por constituir um elemento cultural «à latere» dos elementos indispensáveis para o trabalho utilitário.

*
* *

Partamos do princípio que as matemáticas superiores são efectivamente inúteis, como instrumento de trabalho do engenheiro, como pensam grande parte dos meus colegas.

O que deveria significar nêsse caso as tais características pedagógicas que alguns lhes supõem? Parece que só poderiam ter o seguinte aspecto: o estudo das matemáticas faz excitar ou desenvolver determinadas aptidões que são necessárias, ou simplesmente vantajosas, para o exercício da actividade técnica nos diferentes ramos de engenharia. Deve-se fazer imediatamente a observação que, se o ensino estivesse todo organizado segundo o mesmo critério, aquelas qualidades não teriam o mesmo interêsse para os que querem ser, por exemplo, médicos ou advogados.

Quais são essas faculdades? e como se pode verificar que são realmente estimuladas pelo estudo das matemáticas?

A discussão dêste assunto costuma muitas vezes ser abordada a partir de argumentos de autoridade, isto é, daqueles que assentam exclusivamente na reprodução de opinião dos outros. Contudo, por maior que seja o seu mérito literário ou a profundidade dos seus conceitos, não me parece legítimo que se possa demonstrar o valor pedagógico das matemáticas só com transcrições, mesmo que sejam dos Diálogos de Platão ou dos artigos de H. Poincaré. Não é só o seu aspecto anti-científico que desaconselha esta atitude, é a própria experiência que a condena.

Tenho sôbre a minha mesa de trabalho os relatórios de alguns congressos internacionais do ensino, as respostas a vários inquéritos peda-

gógicos e uma dúzia de artigos sôbre o assunto que estou tratando.

Os votos dos congressos são sempre enunciados duma maneira indecisa que não resolvem as questões que lhes foram propostas, no que são reflexos das nítidas oposições de ideias entre o que concluem as diversas teses apresentadas. Nos inquéritos encontram-se as opiniões mais contraditórias defendidas por personalidades igualmente representativas, melhor ainda, com argumentos que nos convenceriam separadamente se não tivéssemos qualquer ideia preconcebida,— quando a temos só damos autoridade àqueles que pensam como nós. Nos artigos as divergências ainda são mais flagrantes; assim podemos lêr num «as matemáticas (superiores) são inúteis (ou mesmo prejudiciais) para a formação do espírito e para desenvolver a razão», ao passo que noutro encontramos «não há disciplina intelectual sem estudo das matemáticas»; dois dêsses artigos para apoiar teses perfeitamente antagónicas transcrevem as mesmas páginas dos «Pensamentos» de Pascal, — em que o ilustre filósofo é o genial precursor das classificações dos tipos de inteligência, — em particular aquela em que expõe a diferença entre o que êle chama «espírito da finura» e «espírito de geometria».

É claro que seria a partir da observação de resultados que se deveriam obter conclusões incontroversas; simplesmente estas não são fáceis de isolar e têm portanto interpretações muito contingentes. Para as definir com autoridade estão naturalmente indicados aqueles que exercem o ensino, ainda que não disponham de meios muito eficazes para êsse fim; deve ser essa a causa que faz com que as suas opiniões sejam em geral muito discordantes, pois só coïncidem em alguns pontos; além disso é preciso em muitos casos dar o desconto devido aos preconceitos naturais nos especialistas.

Há muita gente que diz frases como esta «se não tivesse estudado matemática não fazia isto tão bem»; esta observação quando se refere a um assunto em que se não aplica a própria matemática, só pode merecer confiança quando é feita com grande independência, ora em geral verifica-se que existe uma ideia pre-adquirida e só se registam os casos favoráveis. Da mesma maneira faz quási sempre uma observação mal fundamentada quem afirma: «conheço muitos exemplos que demonstram as virtudes educativas das matemáticas»; quando se pede para concretizar só se indicam casos de pessoas com qualidades excepcionais, ou se escolhem num grupo os que têm melhores faculdades intelectuais. É por isso que o estudo das vidas dos grandes espíritos, interessante por si, nunca poderia fornecer um modêlo para a organização dum ensino que se destina a inteligências ligeiramente superiores à média.

Só pode merecer confiança um método que fôsse o mais objectivo possível, do tipo daqueles que a psicologia experimental tem ensaiado em vários campos com incontestáveis triunfos. É pena que os processos que tão brilhante confirmação estatística têm obtido quando aplicados à classificação da inteligência das crianças e à investigação de aptidões, mesmo de adultos, não tenham ainda a sensibilidade suficiente para permitir a escolha de métodos de ensino e para resolver problemas como o que estamos tratando.

Suponho que nunca se pensará em fazer uma experiência directa, que só poderia fornecer resultados com valor estatístico depois de muito tempo, quando provàvelmente já não serviam para nada. Na Universidade de Yale, uma das mais importantes dos Estados Unidos, fez-se em 1929, a propósito da manutenção do latim no grau B. A. (bachelor of arts) uma experiência dêste tipo que pode ser recordada para ilustrar a sua ineficácia e a sua injustiça; tomaram-se 71 grupos de alunos nos quais se injectou ciência em dóses idênticas, excepto o latim que foi só ensinado a alguns; 30 grupos deram resultados favoráveis à supressão do latim, 14 foram contraditórios e os outros 27 que pareciam demonstrar a vantagem do ensino humanístico foram submetidos a um tratamento estatístico especial (!) que só deixou 4 irredutíveis, o que justificou o acabar-se com o latim; havia evidentemente uma ideia assente aliada a uma leviandade que se tornou flagrante quando se examinam os argumentos de que se serviram, e de que a seguir damos um exemplo característico: verificou-se que os latinizados eram superiores em «História 32» (Idade média) mas

fraquejavam em «História 20» (Estados Unidos) e «História 45» (Europa moderna), depois o latim era também vantajoso aos alunos que tinham vindo duma escola particular e que se resolviam a estudar a «Geologia 26» (Evolução orgânica) no primeiro ano da Universidade, ao passo que era desfavorável para os que vinham das escolas públicas e que guardavam a «Geologia 26» para o terceiro ano; não me parece necessário acrescentar qualquer outro comentário.

Há ainda outra forma de produzir argumentos sôbre êstes assuntos e que procede por uma via quási-dedutiva a partir de postulados em que se define qual é o fim que se deseja atingir. No nosso caso, por exemplo, poder-se-ia concretizar o que deve ser o engenheiro e a que seria preciso juntar várias outras premissas que dependem de considerações de carácter moral, de harmonia ou de cultura. Evidentemente que a própria divergência de opiniões sôbre êstes assuntos traz imediatamente uma confusão que torna precárias as suas conclusões; em particular a propósito do que deve ser o engenheiro e existe uma tal incerteza que pode ser avaliada pelos resultados dum inquérito feito entre os directores das escolas americanas de engenharia, em que não há duas opiniões concordantes sôbre qual deve ser a intensidade da cultura, o grau de especialização, o tempo de prática que se necessita e até há divergências sôbre a extensão do seu campo de actividade.

De resto, quando se faz uma afirmação sôbre o valor pedagógico das matemáticas não se pode generalizar além de limites que em regra se não indicam. Assim quem diz: «a matemática é um admirável exercício de gimnástica lógica, ensina a raciocinar com rigor, a aproximar as ideias dos símbolos, a fazer a separação entre o absoluto e o relativo, entre o concreto e o abstracto» (C. A. Laisant), a que capítulos se refere? com que extensão devem ser dados? até que idades é que podem ser empregados êstes métodos com interêsse? não haverá, pelo contrário, perigo em abusar dêste ensino?

Para indivíduos com a idade que têm os estudantes quando entram para as escolas de engenharia o problema do ensino deixa de interessar sob o ponto de vista pròpriamente formal, para se pôr quási exclusivamente com o aspecto de preparação para a vida profissional. Duma maneira que ainda assim não é muito feliz, póde-se dizer que não se trata só de ensinar mas principalmente de orientar.

A ideia de que as matemáticas servem para fazer a selecção dos alunos tem de ser igualmente posta de parte, pois sendo inúteis representava uma injustiça flagrante. Com efeito, tendo os alunos tanto que estudar e perdendo tanto tempo no seu curso, com que direito se aumentava o seu trabalho, quando para aquele fim podiam servir as outras matérias que aprendem?

Pelas mesmas razões não me parece legítimo exceder o quadro das disciplinas só com a preocupação de lhes aumentarem os conhecimentos que não são necessários para o exercício das suas futuras funções; de resto, uma cultura especializada, que se não aplica, só se adquire duma maneira eficaz quando é voluntariamente procurada.

*
* *

A única razão que realmente autoriza a permanência das matemáticas nos programas das escolas de engenharia é a sua importância como instrumento de trabalho na vida profissional.

Infelizmente as suas aplicações não se tornam evidentes para todos devido a várias causas que agora não podemos enumerar, mas essa ignorância traz como natural conseqüência um abaixamento de nível no exercício da profissão, que se deve evitar a todo o custo.

É por isso pois que todos aqueles que pretendem ser engenheiros necessitam de fazer um importante estudo das matemáticas, tendo, porém, em linha de conta aquela verdade que parece ter sido agora novamente descoberta pelos filósofos do pragmatismo, «os conhecimentos só devem ser considerados como adquiridos na medida em que fornecem utilidade».

AR COMPRIMIDO

PELO ENG.º PEDRO DE VASCONCELOS
(I. S. T.)

(Continuação)

2.º) — Regulação por «tudo ou nada»: — O motor conserva a sua velocidade normal, e o compressor funciona alternadamente em

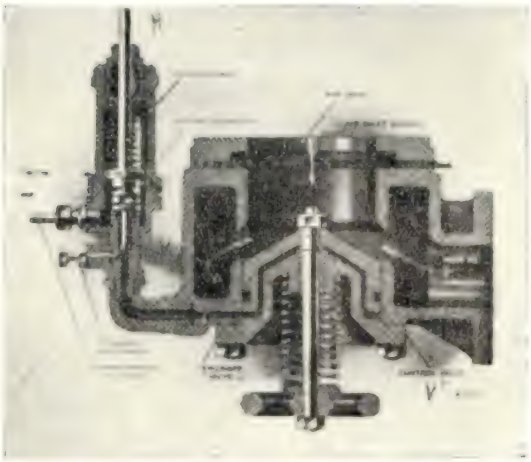


Fig. 12

carga e em vasio, o que exige grandes variações de energia, e muito bruscas.

A fig. 13 mostra um regulador dêste sistema

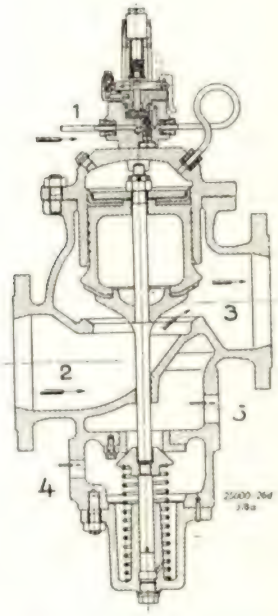


Fig. 13

1, do reservatório; 2, da conduta de aspiração; 3, para o compressor; 4, para a atmosfera; 5, da coluna de compressão

«Demag» relativo a um compressor rotativo, e actuando sôbre a aspiração. Um excesso de pressão na tubaria de compressão, dá lugar à flexão da mola até que a válvula obture total ou

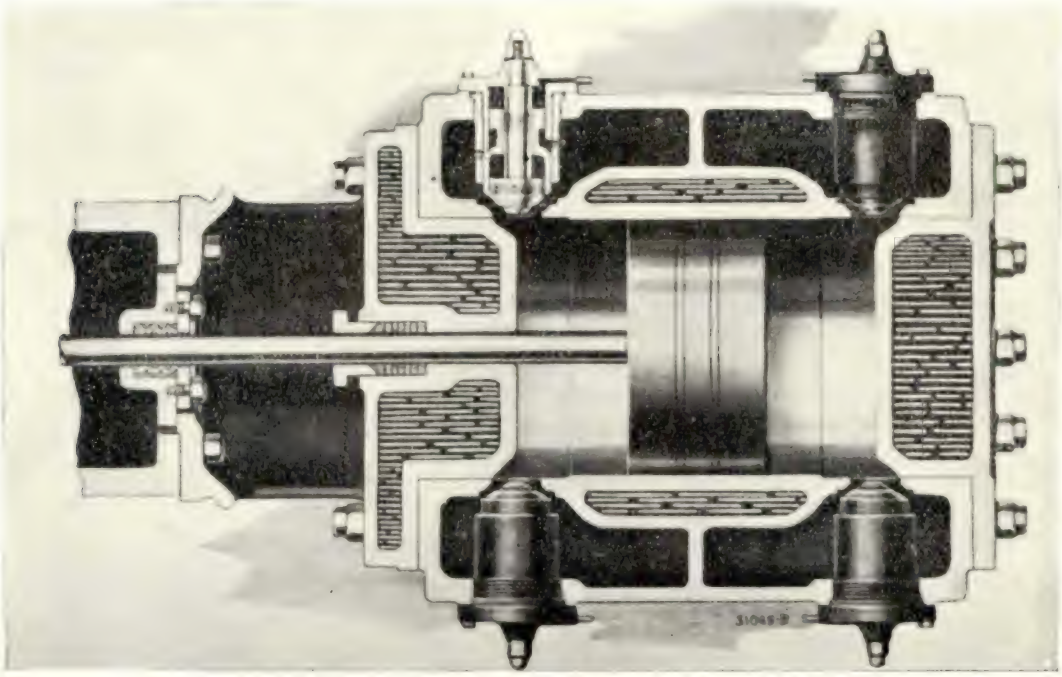


Fig. 14

parcialmente, a passagem 2-3. Simultâneamente a comunicação 4-5 estabelece-se, e permite baixar ràpidamente a contra-pressão durante a marcha em vasio.

3.º — Regulação progressiva: — O regulador *Clearance* «Ingersoll-Rand» regula a capacidade de compressão, em 5 tempos, — plena carga, 3/4, 1/2, 1/4 e vasio—e baseia-se no emprêgo de espaços nocivos suplementares, 4 para cada cilindro, nos quais o ar comprimido,

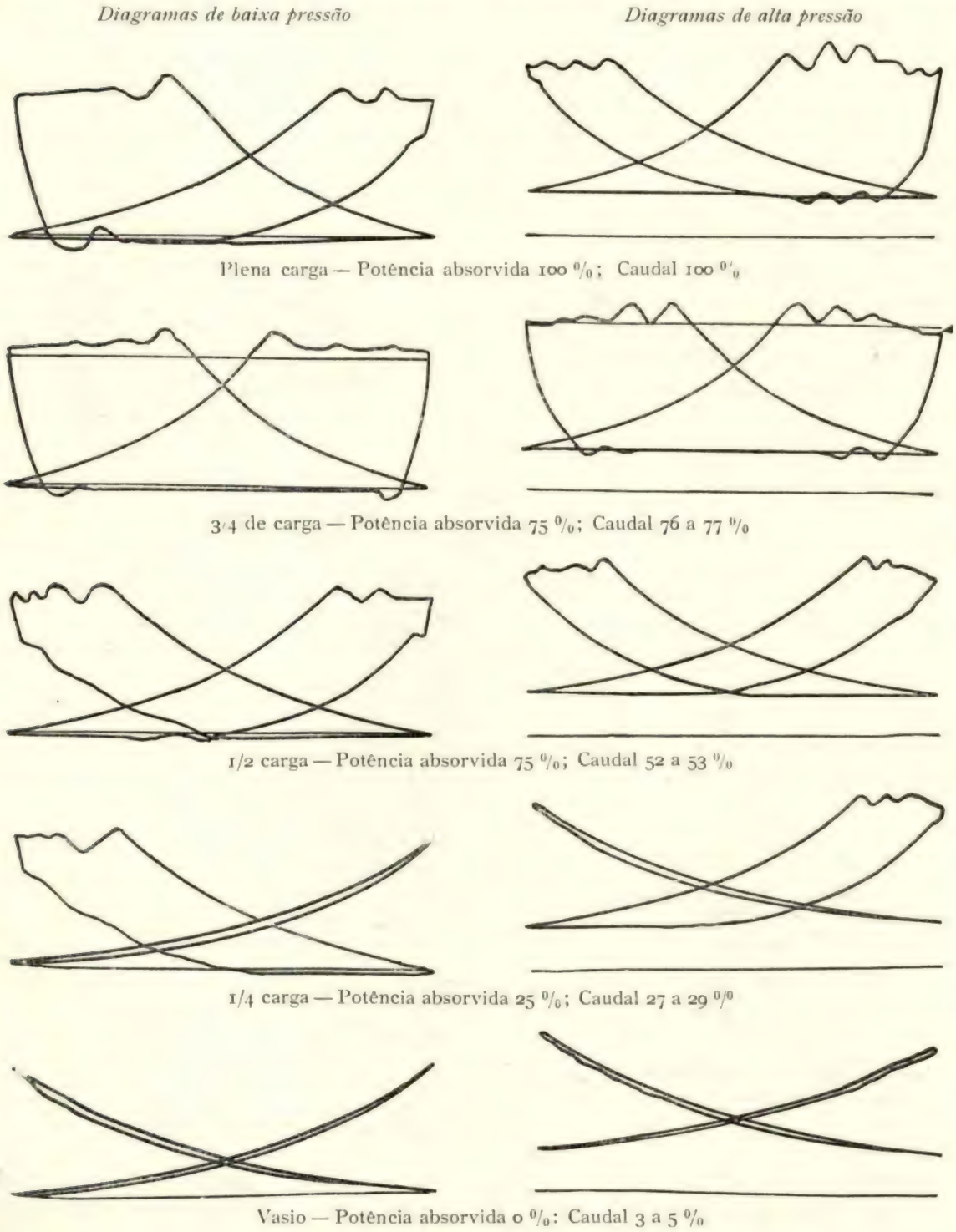


Fig. 15 — *Resultados obtidos pela regulação progressiva*

em todos ou só em parte conforme a fase, será armazenado em vez de seguir para o reservatório (se se trata do cilindro de A. P.) ou para a A. P. (se se trata do cilindro de B. P.). Durante o retorno do êmbolo, o ar armazenado expande-se, e restitui energia. Enquanto isto se dá, as válvulas de admissão estão fechadas até que a pressão no cilindro se torne igual à pressão de admissão. Quando isto se der, as válvulas de admissão abrem-se novamente.

As válvulas que constam da figura permitem estabelecer a comunicação entre o cilindro e os espaços nocivos.

Durante a marcha a 3/4 de carga, estão abertos num dos extremos de cada um dos cilindros, 2 espaços adicionais.

Durante a marcha a 1/2 carga, estão abertos os 4 espaços de cada cilindro.

Durante a marcha a 1/4 de carga, não se verifica a aspiração num dos extremos do cilindro.

Durante a marcha em vasio, as quatro válvulas de admissão estão fechadas.

Os resultados obtidos (V. diagramas) mostram que a proporcionalidade entre potência e caudal, não é exacta; deve-se isto à variação dos rendimentos mecânicos do compressor e do motor, em função da carga.

C) — COMPRESSORES CENTRÍFUGOS

1. — *Funcionamento e construção.*

A rápida rotação da turbina produz uma depressão devida à qual o ar é aspirado. Submetido à fôrça centrífuga adquire uma certa pressão (B-C), e é projectado com grande velocidade (E-F) para a periferia da turbina, à saída da qual entra no difusor.

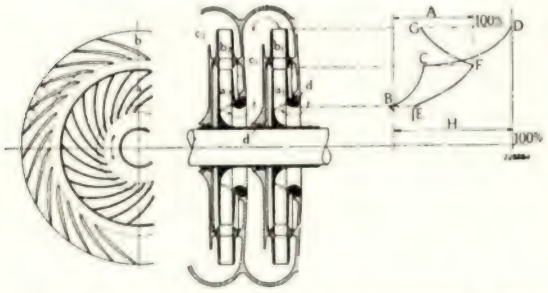


Fig. 16 — *Representação esquemática e modo de funcionamento de um turbo compressor* (B. B. C.)

a_1, a_2 — turbinas
b_1, b_2 — difusores
c_1, c_2 — canais intermediários
E — F, F — G } variação de velocidade { para a turbina / para o difusor
B — C, C — D } variação de pressão { para a roda móvel / para o difusor

Neste, dá-se a transformação por queda de velocidade (F-G), da energia cinética em pressão (C-D).

Nos compressores multicelulares, a operação é repetida tantas vezes quantas forem necessárias para obter a pressão que se deseja e o ar passa de um difusor para a turbina mais próxima, por meio de um canal intermediário.

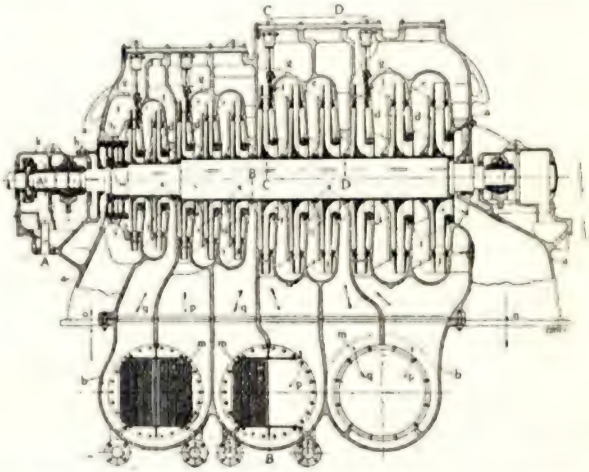


Fig. 17-a — *Corte longitudinal de um compressor «Brown Boveri» monocilíndrico com refrigeração externa*

a) Carcassa do compressor
b) » » refrigerante
c) Árvore
d) Turbina
e) Difusor fixo
f) » móvel
g) Comando de difusor móvel
h_1) Disco de equilibragem
h^2) Junta com labirinto
m) Refrigerante
n) Flauge do lado aspiração
o) » » » compressão
p) Entrada do ar no refrigerante
q) Saída do ar do refrigerante
r) Entrada de água no refrigerante
s) Saída de água do refrigerante
t) Junta de estanquicidade da roda
u) Junta com labirinto da turbina
v) Junta com labirinto radial do disco de equilíbrio
w) Junta com labirinto axial do disco de equilíbrio

A compressão adiabática em fase é obtida anàlogamente aos compressores de êmbolos, pelo emprêgo de células de diâmetro decrescente à medida que a pressão se eleva.

Devido à diferência de superfície entre os dois discos laterais de cada turbina, o rotor está sujeito a uma impulsão axial no sentido

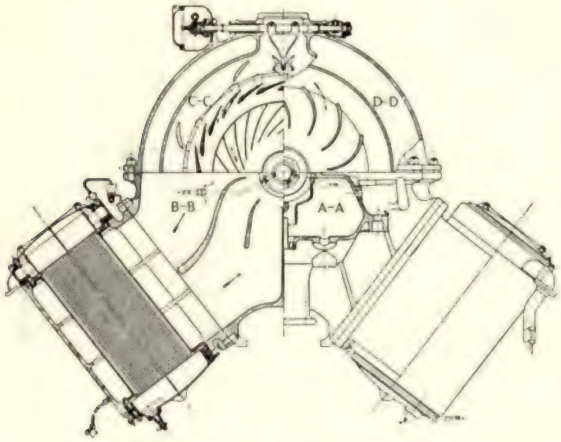


Fig. 17-b — *Corte transversal*

da aspiração (fig. 17-a e fig. 17-b), o que obriga a prever um dispositivo especial destinado a compensar êste deslocamento.

O espaço *a* (fig. 18) está ligado ao lado da aspiração.

No espaço *c* a pressão é pràticamente igual à pressão final. Quando se verifica o equilíbrio, o espaço *b* está a uma pressão ligeiramente superior à que existe em *a*.

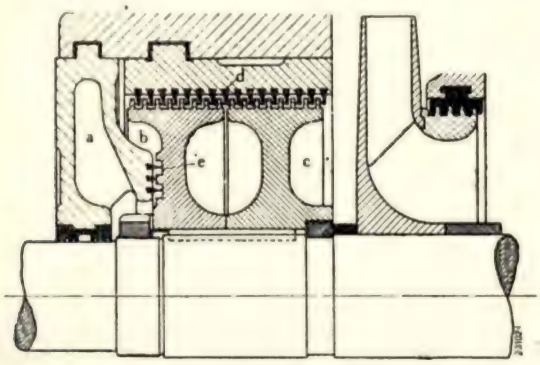


Fig. 18 — *Pormenor do disco de equilibragem de um compressor «Brown Boveri»*

Se a impulsão axial aumenta, o rotor desloca-se para o lado da aspiração, o que provoca um aumento de folga em *e* e uma diminuïção dos espaços dos labirintos *d*. Em conseqüência disto, a pressão em *b* diminui, e a fôrça antagonista sôbre o disco de equilíbrio aumenta: portanto o rotor é obrigado a deslocar-se novamente para o lado da compressão, restabelecendo-se o equilíbrio.

A casa «Rateau» constroi compressores comportando nos primeiros andares da compressão, *turbinas radiais*, a que se seguem turbinas de tipo vulgar, limitadas exteriormente por discos de desigual superfície.

Se num compressor munido de turbinas dêste último tipo, se pretende aumentar o caudal ou a velocidade periférica, o aumento da largura das pás directrizes, ou velocidade, provoca esforços centrífugos crescentes. Além de certos limites (aspiração na primeira turbina de 16 m^3/s), a largura da turbina torna-se muito grande, e recorre-se então à turbina radial, sem discos laterais. Possui apenas pás directrizes do fluido que, a-fim-de evitar o esfôrço de flexão devido à fôrça centrífuga, são dirigidas segundo um raio do círculo descrito pela extremidade de cada uma delas.

Estas turbinas não produzem nenhuma impulsão em virtude da ausência das superfícies

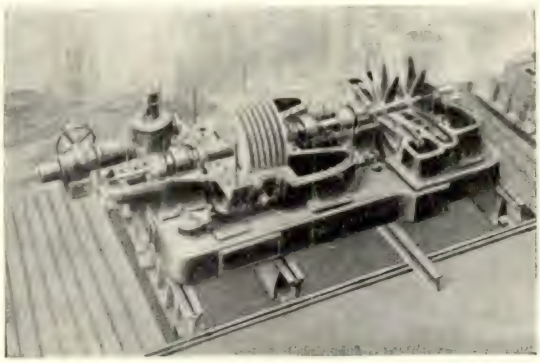


Fig. 19 — *Compressor «Rateau» mostrando os dois tipos de turbina*

desiguais que limitam as outras turbinas, e portanto o disco de equilibragem torna-se desnecessário.

Os difusores constroem-se com as pás directrizes fixas, ou móveis, e o princípio destas últimas, é análogo ao sistema Fink das turbinas hidráulicas.

2. — *Refrigeração.*

Na refrigeração contínua empregada nos compressores «Rateau», a circulação da água faz-se em torno das células e exteriormente àquelas, e no interior dos diafragmas (fig. 21).

Cada canal em U do rotor tem uma das faces constituída por uma peça ôca, o diafragma, que tem de um lado, as palhetas do

difusor e do outro as do canal de retôrno. O diafragma é constituído por dois corpos que assentam um sôbre o outro por meio de uma junta horizontal.

Em *G*, sai das palhêtas e entra no diafrágma situado entre as duas turbinas, onde resfria o ar aquecido pela compressão na roda anterior, e no ouvido da turbina posterior. A

Fig. 20
a) difusor fixo; b) pá móvel; c) difusor com pás móveis

O ar, saindo da roda precedente, em A, passa no canal de retorno munido de pás directrizes B (tracejado), e é novamente aspirado na turbina seguinte em *C*, ocupando esta turbina o plano *CD*. A água entra pela parte inferior da célula (é mais fria à entrada, e portanto mais densa que à saída, na parte superior). A entrada faz-se pelo diafragma intermediário entre a turbina a montante e o

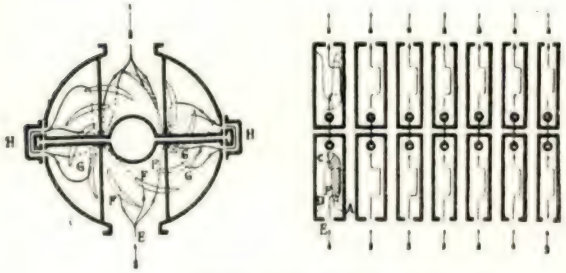


Fig. 21 — *Esquema da circulação contínua*

canal de retorno para esta turbina, em E. A água circula nêste diafragma, refrigerando portanto os dois canais em U das duas turbinas, assim como os difusores. Passa em seguida em F nas palhêtas dos canais de retôrno que são de grande superfície e de espessura reduzida, o que facilita o resfriamento respectivo.

água é conduzida finalmente à semi-célula superior por tubarias externas H, onde se repete a mesma circulação.

Os compressores Brown Boveri emprega m a circulação externa por meio de refrigerantes tubulares que apresentam a vantagem de permitirem uma limpeza perfeita sem interromper a marcha do compressor.

3. — *Característica de um compressor centrífugo.*

É a relação que existe entre o caudal, a

Fig. 22 — *Compressor «Rateau» mostrando a disposição das turbinas externas*

pressão, e a velocidade dêsse compressor, e é representada gràficamente pela curva volume pressão. A curva teórica de uma turbina sem perdas é uma recta. Mas as perdas por choque e atrito determinam uma queda de pressão que conduz à obtenção da característica DE.

A curva pressão-volume (fig. 24) apresenta uma ordenada máxima em P_k (ponto crítico ou de bombagem), que a divide em duas zonas distintas, e a que correspondem regimens dife-

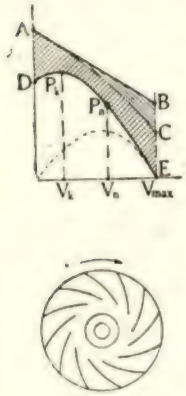


Fig. 23 — *(B. B. C.)*

A B — variação teórica da pressão
\\\\ — perdas por atrito
//// — perdas por choque
DE — variação real da pressão
P_n V_n — pressão e volume no ponto normal
P_k V_k — pressão e volume no ponto crítico

rentes de marcha para o compressor. Na zona à direita de P_k, a marcha é regular e a um aumento de caudal, corresponde uma diminuïção de pressão, e inversamente. Nesta região da característica, existe um ponto P_n (ponto normal) a que correspondem os valores da pressão (P_n) e volume (V_n) de marcha normal prevista pelo construtor, e portanto com

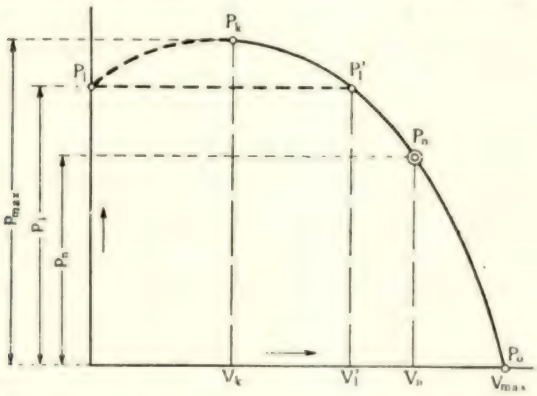


Fig. 24 — *(B. B. C.) — Curva pressão-volume dum turbo-compressor para uma velocidade normal constante*

o melhor rendimento. O caudal máximo, verifica-se para P_o, isto é, quando não existe contra pressão.

Na zona à esquerda de P_k, a marcha do compressor é irregular: a uma baixa de pressão corresponde agora uma baixa de caudal, e vice-versa, e aquele passa a ser intermitente.

A êste fenómeno dá-se o nome de *bombagem,* e consiste no seguinte: — Se, trabalhando um compressor centrífugo com velocidade constante, e em condições correspondentes ao ponto normal, o consumo diminui, a pressão aumenta; suponhamos que atinge o ponto crítico P_k. Se os aparelhos de utilização consomem nesse momento um caudal inferior a V_k, a pressão na rêde toma um valor superior ao do compressor e será portanto aquela que alimentará êste, e portanto o caudal do compressor é nulo.

Mas, como os aparelhos de utilização continuam a consumir, a pressão na rêde diminui,

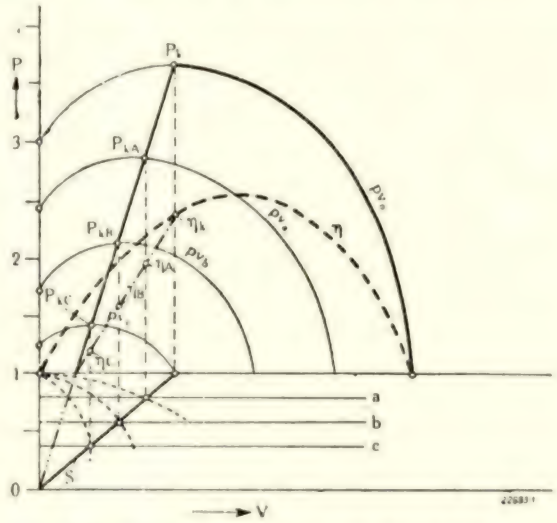


Fig. 25 — *Influência do estrangulamento da aspiração (B. B. C.)*

pv_n — curva pressão-volume sem estrangulamento
pv_a ; pv_b — curva pressão volume com estrangulamento
P_k, P_{kA}, P_{kB}, P_{kC} — pontos de bombagem correspondentes
P_k O — Limite de bombagem com estrangulamento na aspiração
a, b, c, d — curvas de sob-pressão produzida pelo estrangulamento da aspiração
η — rendimento sem estrangulamento
η_A, η_B, η_C — rendimentos com estrangulamento na aspiração
S — curva de sob pressão correspondente à variação do limite de bombagem com estrangulamento na aspiração

e, quando se tornar igual à do compressor, êste começa novamente a comprimir, e assim sucessivamente.

Durante a bombagem, verifica-se pois, uma variação de pressão entre determinados limites, mas sem perigo, nem para os aparelhos de consumo, nem para o compressor.

Do exame da curva pressão-volume, conclui-se ainda, que um compressor centrífugo pode trabalhar com a válvula da coluna de compressão completamente fechada, sem que a pressão tome valores perigosos como acontece com os compressores de êmbolos.

Para obter uma marcha estável no caso do caudal se tornar inferior a V_k, existem diversos meios:

a) *Estrangulamento da aspiração:* — Laminando a aspiração, obtém-se para valores decrescentes desta, uma deslocação favorável dos pontos críticos correspondentes, conseguindo-se assim obter uma marcha estável para valores muito reduzidos de caudal.

Todavia, o rendimento de compressão, e a pressão correspondente para cada valor da laminagem, baixam muito, e por muito longe que se leve o estrangulamento, não se consegue evitar a bombagem até ao volume zero.

b) *Por meio de uma válvula de escape montada na coluna de compressão:* — É um processo que se adapta muito bem às pressões elevadas. O compressor produz um caudal igual, pelo menos, ao volume crítico — mesmo que o consumo seja inferior — e a válvula anti-bombagem permite descarregar para a atmosfera a diferença em volume entre o caudal crítico e o consumo da rêde.

Nêste caso, a potência absorvida pelo compressor será sempre igual à que corresponde ao volume crítico, havendo portanto diminuïção de rendimento. Porém, esta não é sensível, por ser o rendimento do compressor relativamente elevado para o ponto crítico.

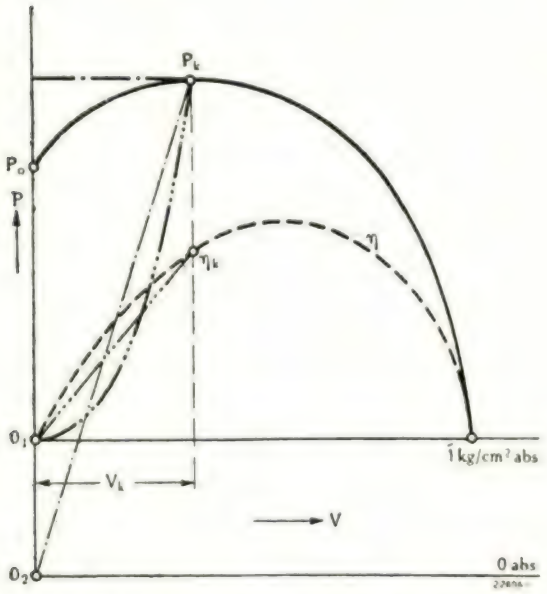


Fig 26 — *Influência de válvula de escape sôbre a bombagem (B. B. C.)*

V_k — volume crítico
P_k — ponto de bombagem
η — curva de rendimento
η_k — O_1 — curva de rendimento com válvula de escape aberta

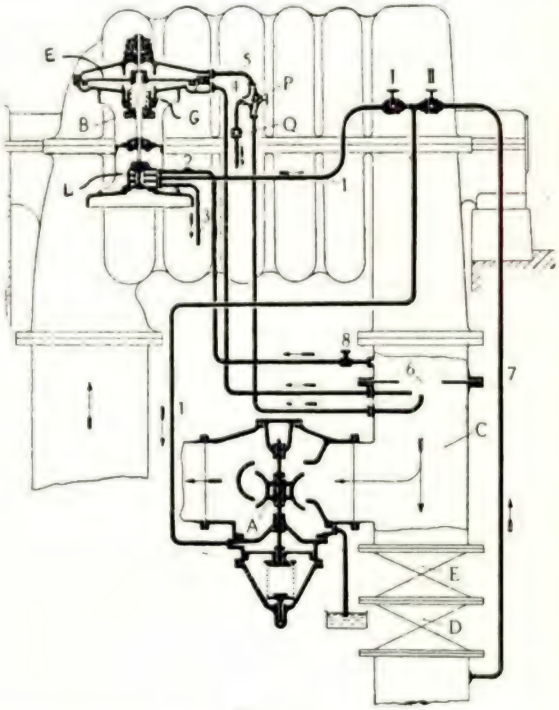


Fig. 27

A — válvula de escape
B — «relais» pneumático
C — coluna de ar comprimido
D — válvula
E — válvula de retenção
P — válvula de regulação
Q — diafrágma
1 — conduta da válvula de escape
2 — ligação à coluna de compressão
3 — escape livre
4 — conduta do diafrágma } tubos de «Pitot»
5 — » » »
6 — diafrágma
7 — da coluna de compressão
8 — torneira
I e II — torneiras de comando manual da válvula de escape.

Válvula de escape com «relais» pneumático (Brown Boveri) — Fig. 27

Na válvula *A* há a considerar: — A mola, uma membrana, e a válvula pròpriamente dita que é de dupla séde.

— O «relais» comporta: — A membrana E com as ligações 4 e 5, e a válvula de regulação P com o diafrágma Q.

— A mola de ajustamento.

— O «relais» *h* com as ligações 1, 2, 3.

O princípio do funcionamento, é o seguinte:

— A influência do caudal sôbre o «relais» obtem-se, transmitindo à membrana a queda de pressão criada pelo diafrágma colocado em *C*. A pressão estática, é transmitida por 4,

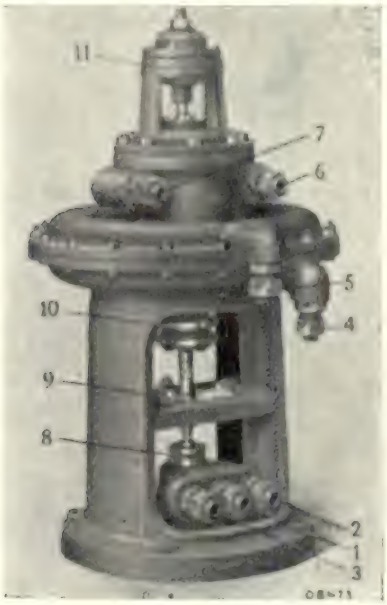


Fig. 28 — «*Relais*»

1, 2, 3 — condutas do «relais»
4, 5 — condutas entre o diafragma e a membrana.
6, 7 — condutas comunicando com o êmbolo
8 — dispositivo de regulação
9 — guias da haste
10 — dispositivo de regulação da mola
11 — Freio de óleo

enquanto que 5 (abertura em oposição à direcção do fluído) transmite a soma da pressão estática e da dinâmica, à parte superior da membrana. Assim, esta fica submetida à acção de uma resultante actuando em sentido contrário à mola *G*, resultante que é igual à pressão dinâmica, e portanto proporcional a $\frac{w\ V^2}{2\ g}$.

Admitindo o pêso específico w como constante, a variação de volume gera uma fôrça variando com o quadrado da velocidade do ar, e portanto com o caudal.

— A influência da pressão sôbre o «relais», transmite-se do modo seguinte: Por meio de Q actua-se sôbre a pressão estática na conduta 5. Se Q está fechada, a pressão estática é a mesma nas duas faces da membrana. Abrindo Q, cria-se assim uma diferença de pressão proporcional à pressão do compressor.

As fôrças que actuam por meio da membrana sôbre a haste do «relais» e que dependem do caudal e da pressão, estão em oposição, e, combinadas com a fôrça da mola, equilibram-se normalmente. Se por qualquer motivo o equilíbrio é destruído, a haste do «relais» desloca-se, e o êmbolo respectivo deixa passar o ar sôbre o êmbolo da válvula antibombagem, e esta, abrindo, dá lugar ao escape para a atmosfera.

c) *Por meio de difusores com pás directrizes móveis:* (Brown-Boveri)

Fechando gradualmente a abertura das pás, obtem-se uma deslocação favorável do ponto

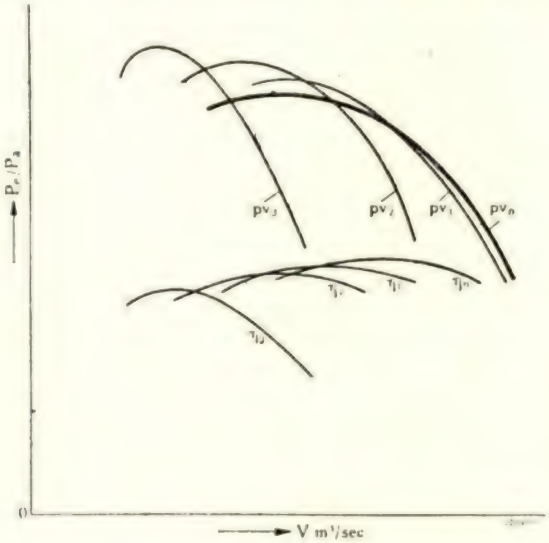


Fig. 29 — *Curvas de ensaio de um compressor centrífugo com difusor provido de pás móveis e velocidade constante*

pv_n — curva pressão volume
η_n — curva de rendimento com o difusor completamente aberto.
pv_1; pv_2; η_1; η_2; η_3 — as mesmas curvas para diferentes aberturas do difusor.

crítico, com vantagem sôbre os processos anteriores: a queda de pressão é muito pequena para os pequenos caudais, e pode-se realizar um caudal quási nulo; a diminuïção do rendimento para a diminuïção de abertura das pás, é fraca.

Além da supressão da bombagem, êste sistema presta-se muito bem à regulação do compressor no caso das condições de serviço determinarem fortes variações de caudal.

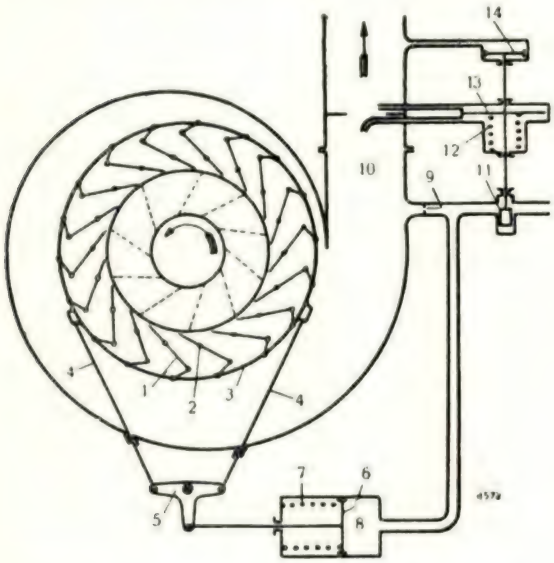


Fig. 30 — *Esquema da regulação por estrangulamento automático do difusor*

1 } — pás directrizes móveis
2 }
3 — círculo de fecho
4 — hastes de comando
5 — alavanca de comando
6 — êmbolos
7 — mola
8 — pressão sôbre o êmbolo
9 — diafrágma
10 — coluna de compressão
11 — «Relais»
12 — mola
13 } êmbolos
14 }

4. — *Regulação dos compressores centrífugos.*

Exceptuando o caso de comando por turbina a vapôr, a regulação dos compressores por variação de velocidade no caso de comando eléctrico, é pouco prática, e por isso se recorre geralmente ao emprêgo da válvula anti-bombágem, estrangulamento da aspiração, ou pelos difusores com pás móveis, sendo êste último processo o mais indicado no caso de comando eléctrico.

D. — Reservatórios de ar comprimido e acessórios.

A-fim de regularizar o escoamento do ar comprimido, e permitir a deposição da água e óleo arrastados, bem como das poeiras, existem, intercalados entre os compressores e os órgãos de utilização, um ou mais reservatórios desempenhando essa função, cilíndricos, e terminados em calote.

O volume necessário, é geralmente calculado pela seguinte fórmula empírica:

$$V = 10\sqrt{v}$$

sendo v o volume aspirado por minuto.

A espessura da chapa a empregar é dada pelas seguintes fórmulas:

$$e = \frac{p.\ D}{2\ R} + 3^{mm} \text{ para o cilindro}$$

$$e' = 1{,}25 \times e \quad \text{para a calote (até 50 k.)}$$

$$e'' = 1{,}50 \times e \quad \text{(acima de 50 k.)}$$

sendo: p a pressão final, D o diâmetro, R a resistência do metal.

O reservatório deve estar tão perto quanto possível do compressor, evitando-se cotovêlos bruscos que determinam perdas de carga elevadas.

Nunca colocar uma válvula ou torneira entre o compressor e o reservatório, o que, por distracção se pode transformar em acidente grave.

O reservatório deve possuir: — porta de limpeza; torneira de purga na parte inferior; válvula de segurança e manómetro.

Quando o compressor arranca em carga, com o reservatório em pressão, deve-se prever um dispositivo de arranque que consiste no seguinte:

Uma válvula *B colocada do lado do reservatório,* e que no momento do arranque está fechada.

Uma torneira *A* de escape para a atmosfera, aberta no momento de arranque.

Uma válvula de segurança *S*.

Feito o arranque, fecha-se *A*, ao mesmo tempo que se abre *B*, sendo a operação efectuada progressivamente.

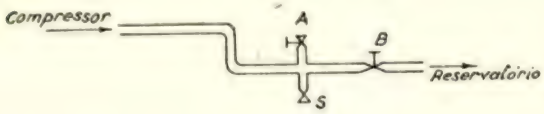


Fig. 31

Baseados em que sendo o ar um gás com um calor específico baixo, basta um pequeno número de calorias para elevarem ràpidamente a sua temperatura, e portanto o seu volume, constroem-se aquecedores de ar, que permitem com um consumo mínimo de combustível, aumentar o volume destinado à utilização.

No caso de abundância de poeiras, prevêr a instalação de filtros montados na aspiração dos compressores.

III — ENSAIOS DE COMPRESSORES

A) — COMPRESSORES DE ÊMBOLOS

São ensaios extremamente delicados, exigindo um conjunto de observadores em que se possa fazer confiança, porquanto as observações realizando-se em pontos diferentes da instalação, requerem simultaneidade e certeza. Compreende-se bem isto, se se notar que os aparelhos de medida devem ser muito sensíveis, e que um êrro de 1 cal./seg. equivale a um êrro de quási 6 HP.

Para cada regimen de marcha do compressor, efectuam-se séries de medidas, de que se fazem as médias.

O cálculo requere uma aproximação, pelo menos, da 4.ª ordem decimal.

A fim de eliminar quanto possível estas causas de êrro devidas ao atrito das peças em movimento, que se traduzem em grandes perdas de energia numa máquina nova, êstes ensaios apenas se devem realizar, depois de uma marcha industrial de 2 a 3 mêses, e quando esteja em marcha normal, quere dizer, ao fim de 1 a 2 horas.

Como uma tubaria de aspiração mal dimensionada pode provocar pulsações prejudiciais à marcha dos ensaios, convém como medida de segurança, salvo indicação do construtor, suprimi-la.

Observações a efectuar:

1) N.º de voltas do compressor. 2) Caudal. 3) Pressão na aspiração. 4) Temperatura de compressão. 5) Potência fornecida aos bornes do motor. 6) Diagramas de compressão. 7) Temperatura à entrada e saída de cada fase. 8) Temperatura da água à entrada e saída de cada circuito. 9) Consumo de água em cada circuito. 10) Consumo de óleo de lubrificação.

1. — *N.º de voltas do compressor:* Por meio do taquímetro. Atendendo a uma possível patinagem no caso de comando por correia, observar simultâneamente as velocidades do motor e do compressor.

2. — *Caudal:*

a) por contadores: — Baseados geralmente na lei de Poncelet (proporcionalidade entre os caudais e as secções de escoamento, sob pressão constante), ou constando de turbinas comandadas pelo próprio ar comprimido, são aparelhos delicados, exigindo verificações repetidas.

b) *Método do reservatório:* — Consiste em medir o tempo gasto pelo compressor em aumentar a pressão num reservatório de volume conhecido, de uma quantidade determinada.

Sendo:

n = N.º de segundos necessários para o compressor elevar a pressão no reservatório, de 1 Kg.

V = volume do reservatório e da tubaria de ligação ao compressor.

T_a = temperatura absoluta de aspiração.

T_r = temperatura absoluta média do reservatório.

$$\text{Caudal minuto} = \frac{V}{n} \times \frac{T_a}{T_r} \times 60$$

c) *Método do duplo reservatório:* — Consiste em medir o tempo gasto pelo compressor, em encher um reservatório à pressão de regimen

Ao compressor, seguem-se dois reservatórios em série, sendo o segundo o aparelho de

medida; evita-se assim uma causa de êrro do método anterior: — o caudal calculado é maior do que de facto, em virtude do compressor trabalhar de entrada a fraca pressão, encontrando-se portanto em bôas condições de rendimento volumétrico.

Modo de operar:

1) Cobrir *a* e regular *b* de modo que, em plena carga, a pressão de regimen seja a de R_1. Por meio de *c* conserva-se em R_2 uma pressão menor.

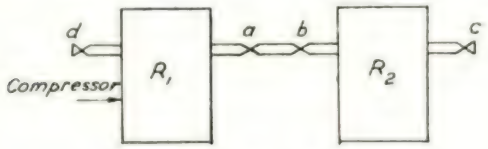


Fig 32

2) Abrir *c* e *d* para estabelecer as condições atmosféricas em R_2.

3) Fechar *c* e *d*.

4) Abrir *a* logo que R_1 atinja a pressão de regimen, e ver o tempo necessário para levar R_2 à mesma pressão:

Sendo:

n o tempo nessessário para obter a pressão final no 2.º reservatório.

T_a a temperatura absoluta do ar aspirado.

T_r a temperatura média absoluta do 2.º re-reservatório.

P a pressão absoluta no 2.º reservatório.

P_a a pressão atmosférica.

$$\text{Caudal / minuto} = 60 + \frac{\frac{P.\,V}{P_a} \times \frac{T_a}{T_r} - 1}{n}$$

N. B. — Êste dois últimos métodos, são pouco precisos, servindo apenas para compressores de fraco caudal, isto é, quando o tempo *n* é apreciável (2 a 3 minutos). Também um manómetro pouco sensível pode conduzir a ter-se um valor de *n* errado.

A temperatura do reservatório é de observação delicada, obtendo-se valores muito afastados, conforme os pontos em que ela se faz, variando também muito com o tempo.

Nestas condições é preferível recorrer ao metodo da tubeira.

d) *Método da tubeira:* — Se numa tubaria em que circula ar comprimido, intercalarmos uma tubeira, êle sofre uma expansão, que, em virtude do tempo mínimo de contacto entre o ar e a tubeira, se admite ser adiabática, passando da pressão P a montante, à pressão *p* a jusante.

Nestas condições, a energia térmica liberada na expansão, transforma-se em energia cinética, e, como a semi-variação da fôrça viva é igual à soma dos trabalhos realizados, temos:

$$\frac{v^2 - v_0^2}{2g} = \int_p^P v.\,dp$$

sendo *v* o volume específico do ar à pressão *p*.

Admitindo que o ar está em repouso à entrada da tubeira, e que no colo desta existe a velocidade v:

$$v^2 = 2g.\int_p^P v.\,dp$$

$$v^2 = 2g\ RT\ \frac{\gamma}{\gamma - 1}\left[1 - \left(\frac{p}{P}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right]$$

Mas,

$$\frac{R}{E} = C_p - C_v = C_p\left(\frac{\gamma - 1}{\gamma}\right)$$

e portanto:

$$\boxed{v^2 = 2g.\ E.\ C_p.\ T\left[1 - \left(\frac{p}{P}\right)^{0.29}\right]}$$

que é a formula de «Weisbach» ou de «Saint Venant».

Desta fórmula, tira-se:

$$v = \sqrt{2g.\ E.\ C_p\ T\left[1 - \left(\frac{p}{P}\right)^{0.29}\right]}$$

Mas,

$$v = \frac{Q}{s}$$

Logo, sendo: Q_1 o caudal em m^3/min.
s a secção da tubeira.

vem:

$$\boxed{Q_1 = 60.\ s.\ \gamma.\ \sqrt{2g\,E.\,C_p\,T\left[1 - \left(\frac{p}{P}\right)^{0.29}\right]}}$$

sendo φ um coeficiente de contracção da veia gasosa, dependendo da forma do orifício.

Sendo Q_2 o caudal, em m³/min., relativo à pressão P:

$$\left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^{\gamma} = \frac{P}{p}$$

logo:

$$Q_2 = 60.\, s.\, \varphi. \sqrt{2g.\, E.\, C_p\, T \left[1 - \left(\frac{p}{P}\right)^{0.20} \right]} \times \left(\frac{p}{P}\right)^{0.71}$$

Valores do coeficiente de contracção φ:

Orifício em parêde delgada..... $\varphi = 0.65$
Tubeira cilíndrica..... $\varphi = 0.83$
Tubeira cónica convergente para os seguintes ângulos:

Ângulo	0°	10°	30°	40°	50°	100°	180°
φ	0.83	0.98	1.00	0.95	0.80	0.72	0.65

Tubeira cónica divergente:

Ângulo	0°	5°	7°	10°	30°	60° e mais
φ	0.83	1.87	2.03	1.24	0.98	0.83

*
* *

Sendo o caudal em volume:

$$Q = V.\, s$$

o caudal em pêso terá por expressão:

$$\pi = \bar{\omega}.\, V.\, s$$

em que $\bar{\omega}$ é o pêso específico do fluído.

No caso dos fluídos elásticos, se a pressão deminui, $\bar{\omega}$ deminui também, e V cresce de modo que $\bar{\omega}$ V cresce até passar por um máximo, diminuindo em seguida.

No caso do ar, o máximo dá-se quando $\frac{p}{P} = 0{,}52$, qualquer que seja a pressão P a montante da tubeira.

Para o emprêgo da formula dar bom resultado, é necessário que seja:

$$p \geq 0{,}52\ P.$$

*
* *

Admitimos até aqui, que o ar estava em repouso, e portanto apenas considerámos a pressão estática. Mas, na verdade, a esta, junta-se uma pressão dinâmica que produz uma certa velocidade de escoamento do fluido na tubeira. Na fórmula, temos pois que entrar com a pressão total a montante, e não com a pressão estática.

Na prática de medição de caudais por meio de tubeira, dois casos há a considerar:

I). — *Tubeira no escape para a atmosfera:*

Neste caso, a pressão de jusante, p, é a pressão atmosférica, e é dada por um barómetro de mercúrio. A montante da tubeira, está um tubo de Pitot, que dá a pressão p' em Kg/cm² ($P = p + p'$). A tubeira está montada a seguir ao reservatório de ar.

II). — *Tubeira intercalada entre o reservatório e a utilização:*

Neste caso, a tubeira determina uma redução de secção da veia gasosa, e portanto um aumento de velocidade.

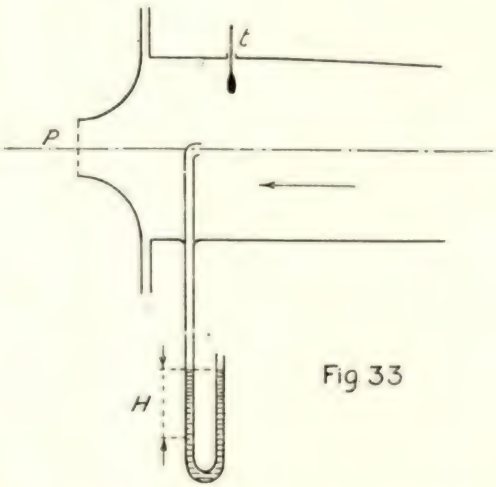


Fig 33

Considerando as secções s_1 e s_2, e sendo δ o pêso específico do ar, V_1 e V_2 as velocidades naquelas secções, e p_1 e p_2 as pressões estáticas absolutas, pelo teorema de Bernoulli, vem:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\delta} = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\delta}$$

$$\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{p_1 - p_2}{\delta}$$

E, como as secções são inversamente proporcionais às velocidades:

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{V_2}{V_1} = m$$

vem:

$$\frac{V_1^2\,(m^2 - 1)}{2\,g} = \frac{p_1 - p_2}{\delta}$$

Conclui-se portanto que o caudal é proporcional à raiz quadrada da queda de pressão, e portanto, um manómetro diferencial pode medir esta queda.

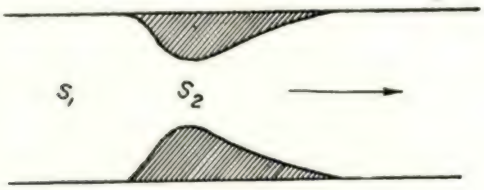


Fig. 34

Como s_1 no caso de um tubo, não é rigorosamente determinável, *m* não tem valor exacto, e por isso recorre-se ao seguinte artifício: Adapta-se à tubeira um manómetro diferencial constituído por dois tubos de Pitot: — o de montante, com a extremidade recurvada em sentido contrário ao da corrente, indica a pressão total:

$$\frac{p_1}{\delta} + \frac{V_1^2}{2\,g}$$

O de juzante com o extremo perpendicular ao sentido da corrente, e desembocando debaixo do extremo convergente da tubeira para que não haja pràticamente velocidade do fluido, indica a pressão estática no colo da tubeira

$$\frac{p_2}{\delta}$$

A diferença destas pressões:

$$\frac{V_1^2}{2\,g} + \frac{p_1}{\delta} - \frac{p_2}{\delta} = \frac{V_2^2}{2\,g} = p'$$

dá o valor a introduzir nas fórmulas ($P = p + p'$).

Baseando-se nesta dedução, Rateau emprega a seguinte fórmula — a partir da de S. Venant — e que dá o caudal em pêso:

$$Q = 2940.\ \varphi.\ S \sqrt{\frac{P.p'}{T}} \left(1 - 0{,}036.\ \frac{p'}{P}\right)$$

sendo:

S — secção no colo da tubeira em cm^2.

φ = 0,98 — 0,99, para uma tubeira bem estabelecida.

p' — em Kgs cm^2, dada por manómetro diferencial de mercúrio M.

P — pressão absoluta no colo da tubeira, em Kgs/cm^2.

T — temperatura absoluta a montante da tubeira.

O esquema de montagem, é o seguinte:

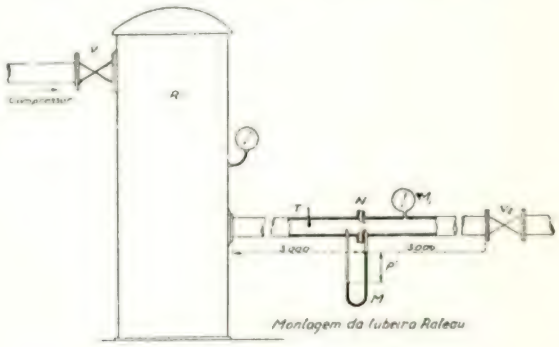


Fig 35

Convém recordar que a pressão no colo P não é igual à pressão na tubaria de juzante, senão quando

$p \geq 0{,}52\ P$, ou, o que é o mesmo:
$p' \leq 0{,}9\ p$.

As válvulas V_1 e V_2, convenientemente graduadas, permitem estabelecer esta condição.

3). *Pressão na aspiração:*
Dada por manómetro de mercúrio colocado perto da aspiração.

4). *Temperatura de compressão:*
Observação delicada, como se disse, e exigindo tomadas as diferentes alturas do reservatório a-fim-de obter uma média satisfatória.

5). *Potência fornecida nos terminais do motor:*
Dada por watímetros.

6). *Diagramas de compressão:*
Tiram-se os diagramas de tôdas as fases, e

para as diferentes cargas. A fig. 36 mostra o diagrama de compressão de uma fase.

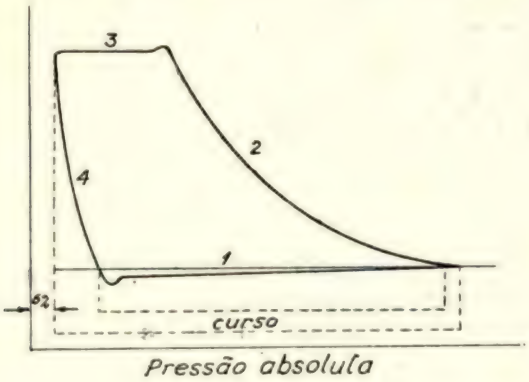


Fig. 36

1) — Linha de pressão teórica absoluta de aspiração.

2) — Curva de compressão.

3) — Pressão teórica absoluta de compressão.

4) — Curva de expansão.

Além dos espaços nocivos (± 6%), o diagrama mostra uma depressão na aspiração (cêrca de 5%) e uma sôbrepressão na compressão (cêrca de 5%), devido à resistência oposta pelas válvulas, e perdas de carga.

As restantes observações a efectuar, não requerem indicações especiais.

B) — ENSAIOS DE COMPRESSORES CENTRÍFUGOS

A-fim-de determinar as fugas do aparelho, é costume realizar a avaliação de caudais, não só na aspiração, mas também na compressão, por meio de turbinas colocadas a montante e a juzante do compressor.

Exemplo de um ensaio de compressor

(LAHOUSSAY — Revue de l'Industrie Minérale — 1927)

Compressor de êmbolos, 55 m³/minuto, 7 kilos efectivos, comando por motor assincrono trifasado, acoplamento directo.

1.º — ENSAIO EM PLENA CARGA

a) Leituras.

Motor:

Tensão	3149 V.
Intensidade	68,25 A.
Kilowatts	306,8
N.º de voltas/minuto = N	219,8

Compressor:

Temp.ª do ar na aspiração B. P. . . °C . . .	14
» » » » compressão B. P. . . » . . .	114,1
» » » » aspiração A. P. . . » . . .	24
» » » » compressão B. P. . . » . . .	117,6
» da água de refrigeração à entrada » . . .	
» » » » » » saida . » . . .	
» do ar a montante da tubeira (T) » . . .	79,4

Pressão atmosférica em $^{m}{}_{m}$ de mercúrio = H. .	749,2	
» efectiva do ar na compressão B. P. . .	1,92	K.
» » » » » » A. P. . .	7	K.
» » a jusante da tubeira	6,6	K.
Diferença de pressão no manómetro diferencial em $^{m}{}_{m}$ de mercúrio.	147,5	
Caudal horário da água	18	m^3.

b) Cálculos

Temperatura absoluta do ar na aspiração	$T_0 = 287$	
» » » » a montante da tubeira	$T_1 = 352,4$	
Pressão atmosférica	$P_1 = 1,018$	Kg.
» absoluta de compressão HP	$P_2 = 8,018$	Kg.
Diferença de pressão na tubeira p′	$p' = 0,2004$	Kg.
Pressão absoluta a jusante da tubeira	$P = 7,618$	Kg.

Caudal:

$$Q = 2940 + \varphi . S + \sqrt{\frac{P . p'}{T_1}} \left(1 - 0,036 \frac{p'}{P}\right)$$

Diâmetro da tubeira	$\varphi = 51,2$ $^{m}/_{m}$
Secção da tubeira	$S = 20,6$ cm^2
Coeficiente de contracção	$\varphi = 0,99$
$2940 \times \varphi \times S$	59.960
$\frac{P . p'}{T_1}$	0,004332
$\sqrt{\frac{P . p'}{T_1}}$	0,06581
$1 - 0,036 \frac{p'}{P}$	0,999
Q (Kg. hora)	3.942
Q (Kg. / minuto)	65,7

Pêso específico do ar:

$$d = 1,293 \times \frac{273}{T_0} \times \frac{H}{760} \quad \ldots \ldots \quad 1,212$$

Volume de ar aspirado a N rotações	54,2	m^3
Volume de ar aspirado a 244 rotações (garantia do contracto)	55,23	m^3
Volume gerado pelo embolo HP em 224 voltas	71,9	m^3
Rendimento volumétrico	0,768	

Trabalho de compressão isotérmica:

$$RT_0 \times 2,302 \log. \frac{P_2}{P_1}$$

$\frac{P_2}{P_1}$	7,876
Log. $\frac{P_2}{P_1}$	0,8963
T_0	287
Trabalho de compressão isotérmica de 1 Kg. de ar	17.737 Kgm.
Potência isotérmica por Kg. de ar por segundo	231,2 HP

Trabalho indicado pelos diagramas:

Trabalho indicado cilindro BP tampa	1.971,8 Kgm.
» » » BP fundo	2.136,1 »
» » » A. P tampa	1.759,9 »
» » » A. P fundo	1.473,2 »
Trabalho total por rotação	7.341,0
Potência indicada por rotação e por segundo . .	97,88 HP.

Potências totais:

Potência nos terminais do motor	306,8 Kw.
Rendimento do motor	0,91
Potência sôbre a árvore do compressor	279,2 Kw = 379,3 HP.
Potência indicada total	P_u = 358,3 HP.
Potência isotérmica total	P_i = 253,1 HP.

Rendimentos:

Rendimento volumétrico $\frac{V}{V'}$	0,768
Rendimento interno $\frac{P_i}{P_u}$	0,706
Rendimento mecânico $\frac{P_u}{P_r}$	0,945
Rendimento global isotérmico $\frac{P_i}{P_r}$	0,667
Potência total do grupo motor compressor . . .	0,607
Consumo em Watts hora por m^3/hora de ar aspirado	94,3

2.º — ENSAIO EM VASIO

Tensão	3.136 V
Intensidade	21 A.
Potência	31,2 Kw.
N.º de rotações	226

Exemplo de um ensaio de compressor centrífugo

(Bulletin Technique n.º 120, de la Société Rateau — H. Lahoussay)

ENSAIOS	I	II
I — Leituras		
Hora { principio	15.20	15.40
Hora { fim	15.28	15.48
Motor U	3137	3115
$I_1 + I_2$	133.9	130,2
K. V. A.	727.5	702.5
W_1	400.3	391.7
W_2	252.9	243.8
$W_1 + W_2$	653.2	635.5
Cos φ	0,930	0.930
R. P. M.	2494	2944
Temp.ª do ar na aspiração C°	13	12,6
» » » » compressão B. P.	74.8	76,9
» » » » » A. P.	67.0	68,5
» da água de refrigeração à entrada	16	16
» » » » » à saída B. P.	26.9	26.9
» » » » » » » A. P.	29	29,6
Caudal da água de refrigeração m³/h	36.72	36.72
Pressão atmosférica em m/m mercúrio	745.5	745.5
Pressão efectiva do compressor	6.87	68.1
a) *Tubeira da aspiração*		
Pressão a montante da tubeira em m/m de mercúrio	745.5	745.5
Diferença de pressão na tubeira em m/m de água	206.2	290.2
Temperatura a montante da tubeira	13	12.6
b) *Tubeira de compressão*		
Pressão efectiva a montante da tub. Kg/cm²	6.55	6.66
Diferença de pressão na tubeira em m/m de mercúrio	130	120.4
Temperatura a montante da tubeira	67.3	69
II — Cálculo		
Temp.ª absoluta do ar na aspiração T_0	286	285.6
Pressão atmosférica em Kg/cm²	1.013	1.013
Pressão absoluta do ar à saída do compressor	7.883	7.823
Tubeira de aspiração		
Pressão absoluta da tubeira em Kg/cm²	1.013	1.013
Diferença de pressão na tubeira Kg/cm²	0.0306	0.029
Temp.ª absoluta a montante da tubeira	286	285.6
Tubeira de compressão		
Pressão absoluta a montante da tubeira Kg/cm²	7.563	7.673
Diferença de pressão na tubeira Kg/cm²	0,176	0,163
Pressão absoluta a montante da tubeira Kg/cm²	7.387	7.510
Temp.ª a montante da tubeira	340.3	342
Caudal medido na aspiração		
$Q\ m^3/h = 3660 \sqrt{2g.E.C_p.\ T\left(1-\frac{p}{p+p'}\right)^{0.29}} \times \left(\frac{p}{p+p'}\right)^{0.71} \times \varphi . S$		
$p + p'$	1.013	1.013
p'	0.0306	0.0290
p	0.9824	0.9040
$2g \times E \times Cp$	1982	1982
$\frac{p}{p+p'}$	0.9697	0.9713
$2gECp\left[1-\left(\frac{p}{p+p'}\right)^{0.29}\right]$	4.223	4.104
$\left(\frac{p}{p+p'}\right)^{0.71}$	0,9785	0,9796
D ..... m/m	195	195
S ..... m²	0,02986	0,02986
φ	0,98	0,98
T	16.911	16.9
$\varphi \times S \times \sqrt{T}$	0,494	0,494
Qh ..... m³/h	7343	7145
Qm ..... m³/min.	122.4	119.1
Caudal medido na compressão		
$Wk\ Kg/h = 2940\ \varphi \times S \sqrt{\frac{P p'}{T}} \left[1 - 0.036 \frac{p'}{P}\right]$		
P ..... Kg/cm²	7.387	7.510
p' ..... Kg/cm²	0.176	0.163
T ..... C°	340.3	342
Diâmetro da tubeira... m/m	79	79
S ..... cm²	49.01	49.01
φ	0.98	0,98
$2940 \times \varphi \times S$	141,200	141.200
$\frac{Pp'}{T}$ ...	0,0618	0,0597
$1 - 0.36 \frac{p}{P}$ ...	0,9991	0,9992
W_h em kg/hora	8717.3	8421.2
W_m em kg/min.	145.3	140.3

Pêso específico do ar

$$p = 1.293 \times \frac{273}{T_0} \times \frac{H}{760} \quad \ldots\ldots$$

ENSAIOS	I	II
T_0	286	285.6
H..... m/m Hg	745.5	745.5
p ..... K/cm²	1.120	1.212
Volume ar aspirado por min.=Q em m³	120.0	115.8
Trabalho de compressão isotérmica.		
$T_i = R\ T_0 \times 2.302 \log. \frac{p_2}{p^1}$		
Pressão absoluta na compressão p_2	7.883	7.823
Pressão absoluta na compressão p_1	0.982	0,988
$\frac{p_2}{p_1}$	8.02	7.95
$\log. \frac{p_2}{p_1}$	0.90417	0,90037
T_0	286	285.6
T_2 Kg de ar aspirado..... Kgm.	17427	17330
Pêso do ar debitado por segundo — tubeira de aspiração	2.47	2.40
Pêso do ar debitado por segundo — tubeira de compressão	2.42	2.34
Potência isotérmica — Tubeira de aspiração ch/h	573.9	554.5
Potência isotérmica — Tubeira de compressão ch/h	562.3	540.5
Rendimento		
Potência nos terminais do motor Kw/h.	653.2	635.5
Rendimento do motor	0.914	0,913

ENSAIOS	I	II
Potência s/a árvore do motor em Kw h.	597	580,2
Potência sôbre a árvore do motor em ch/h.	811.1	788.0
a) *Caudal medido na aspiração.*		
Potência isotérmica..... ch./h	573.9	554.5
Rendimento do compressor	0.707	0.703
Rendimento do grupo	0.646	0.641
b) *Caudal medido na compressão.*		
Potência isotérmica..... ch./h	562.3	540.6
Rendimento do compressor	0.693	0.685
Rendimento do grupo	0.633	0,625

Garantia do mercado

Caudal em m³/min m³.	120
Pressão efectiva Kg.	7
Temperatura de aspiração c°	15°
Pressão atmosférica m/m Hg.	760
Potência s/a árvore do compressor ch./h.	865
Potência nos terminais ch./h.	925
R. P. M.	2970
Factor potência	0.93
Rendimento do motor	0.933
Rendimento do compressor	0.653
Reedimento total do grupo	0.610

INDICAÇÃO

Bibliografia consultada:

1) — Traité de Physique — Ganot.

4) — Cours d'Exploitation des Mines — Haton de la Goupilliére.

5) — Causeries sur les filons Métalliques — Paul Audibert.

2) — La Pratique des Essais de Machines — Bover-Guillon.

3) — Cours de Physique et Mècanique industrielles — Boyer-Guillon.

8) — Ventilateurs, Soufflantes et Compresseurs Centrífugas — C. Monteil.

6) — Applications de l'Électricité aux Mines Compresseurs) — G. Hacault.

7) — Revue de l'industrie Minèrale — Les essais de compresseurs à baise pression — Lahoussay.

Publicação das casas:

1) — Alley & Mac Lellan — «Sentinel».

2) — Ingersoll — Rand.

3) — Demag.

4) — Brown-Boveri.

5) — Rateau.

AVIAÇÃO

PELO CAP. AV. HUMBERTO PAIS
ENG. FABRIL DO EXÉRCITO

Conferência efectuada no Gimnásio da A. E. I. S. T. em 20 de Fevereiro de 1937.

Senhor Director, Senhores Professores!

Antes de mais nada, uma explicação:

Não é uma conferência o que vai seguir-se, tão sòmente uma simples palestra entre rapazes. Por isso as minhas desculpas por não corresponder à muita honra que me dais com a vossa presença.

Meus Senhores:

Uma palestra, por mais despretenciosa intenção que possa ter o seu realizador, precisa sempre de uma determinada preparação, sobretudo quando como esta se destina a ser ouvida por estudantes, os quais, dentro da sua môça generosidade, são sempre críticos, exuberantemente críticos.

De momento, os afazeres da minha profissão, não permitem que o tempo me sobre. Deduzindo: má preparação, exposição insuficiente... Mas enfim, eu tive o cuidado de falar na vossa generosidade!

Embora seja triste confessá-lo, em Portugal discutem-se muito os aviões mas fala-se e sobretudo, pensa-se muito pouco em aviação. O nosso acerado espírito, de crítica, convencidos de possuirmos um conhecimento profundo das coisas mais variadas, integralmente enciclopédicos, leva-nos discutir tudo e todos e a produzir pouco ou a não produzir nada. Por isso, em muitas manifestações da nossa actividade, sempre que não tenhamos por crédores, muito de impulsividade e bastante de aventura, a obra sai imperfeita ou pelo menos atrazada.

A aviação entre nós está enfermando um pouco destas razões. Obra de realização sistemática, de construção lenta por complicada, exige persistência na sua elaboração. Não pode ser feita aos saltos, aos arrancos, porque sai necessàriamente incompleta. É um problema que é preciso resolver *começando pelo princípio.*

Tendo começado por uma manifestação desportiva, com as ascensões dos esféricos, por volta de 1783, embora os primeiros estudos científicos venham de Leonardo de Vinci, êsse grande engenheiro e artista da Renascença, passando pelas engenhosas e complicadas máquinas volantes de Lourenço de Gusmão e tantos outros — Pilatre Rozier que em 1783 realizava a primeira viagem em balão livre durante 25 minutos; Henri Giffard que em 1884 apresentava o primeiro modêlo de dirigível a vapor — pode dizer-se que a aviação pròpriamente dita tem a sua origem nos estudos científicos de Jules Marey que de 1860 a 1880 observou o movimento dos seres vivos, documentados com as primeiras fotografias da decomposição do movimento das azas das aves.

É também Jules Marey quem observa o modo como se comportam os corpos no ar, fazendo ainda fotografias com o auxílio de fumo, para concluir das perturbações turbilhonares do ar em torno dos corpos, e chegando à conclusão das vantagens dos corpos fuselados.

Aparecem as primeiras tentativas da propulsão e Clement Ader apresenta um avião com uma máquina a vapor pesando 23 quilogramas.

Vêm em seguida — 1891 — as experiências de Otto Lilienthal, considerado o pai da aviação moderna. Constroi e experimenta os seus planadores, lançando-se do alto de uma colina e mantendo o equilíbrio da sua máquina por

meio dos movimentos do corpo. Percorre assim uns 300 metros, conseguindo por vezes atingir altura superior à do ponto de largada. Mostrando a influência da curvatura da aza, pioneiro do vôo à vela, creava o tipo da célula voadora, à qual os irmãos Wright aplicavam em 1903 o motor, construlndo o primeiro avião que em 14 de dezembro de 1903 voava 40 metros.

São de Wright, Langley e Manly os primeiros motores de aviação de 20 a 25 H.P. seguidos do célebre «Antoinette» de 50 H.P. apresentado por Leon Levavasseur.

Estava creado o avião, e desde 25 de Julho de 1909, em que Louis Bleriot atravessa a Mancha sôbre Bleriot XI, equipado com um motor Anzani de 25 H.P., até aos nossos dias, células e motores, num crescendo constante de esforços e sacrifícios, se têm aperfeiçoado, de modo a realizar um todo que se impõe como factor de progresso.

Ao volvermos os olhos para um passado tão próximos vemos atrás de nós um caminho entulhado de esforços e de mártires da perfeição que hoje gozamos. Justo é, como preito de homenagem a tanto sacrifício que alguma coisa do nosso esfôrço se dispenda em continuação da obra herdada. É tempo de começar!

Tendes vós, os intelectuais do trabalho, a possibilidade de criar. E o campo de actuação em que hoje falamos, merece a vosa atenção sendo digno da vossa actividade, pela natureza e pela diversidade das suas aplicações.

Para o engenheiro a construção aeronautica é sem dúvida uma modalidade bem interessante. Há que pensar num equilíbrio justo do mais leve com o mais resistente, da delicadeza da forma com a grande capacidade. É quási o paradoxo, e um mundo de restricções!

Desde os aviões multiplanos, em que os órgãos de ligação, mastros e cordas de travamento, duma complicação tão desajeitada e disforme que nem se compreende que se desloque no ar semelhante gaiola; desde o avião monoplano em que a aza, sólido de igual resistência, é uma viga encastrada, admirável de finura, surpreendendo que se não parta sómente pelo seu pêso, mas sustentando admirávelmente as suas 22 toneladas asas simples, desde as estruturas de madeira, mixtas ou totalmente metálicas, sujeitas a esforços quási antagónicos quando no ar ou em terra; dos trens de aterragem rígidos ou escamoteáveis; dos simples hélices de madeira aos hélices metálicos de passo engenhosamente regulável em vôo; tudo sujeito às exigências esmagadoras da despótica aerodinâmica, que dá para o planador do vôo à vela, aquela forma de feminina estilização, quási *bibelot* — até à concepção dos grandes motores, uns de arrefecimento por ar, outros por água, trabalhando a essência ou a óleos pesados, e ainda os formidáveis 2400 H.P. das competições, é tudo um campo de investigação superior, de vasto domínio e de sérias locubrações.

Tanto na aviação comercial como na militar, um outro problema se apresenta ainda aos olhos do engenheiro. E o das infraestruturas, isto é, o problema das bases de aviação, ou seja, o dos aerodromos e de todo o conjunto que com êle se liga. O terreno de utilização, donde saiem os aviões ou onde aterram, cuja forma depende inicialmente das condições topográficas, podendo assim ser regular ou não, terá de ser convenientemente tratado, de modo a regularizar a sua superfície, mantê-la em estado de utilização permanente, quaisquer que sejam as condições climatéricas. Possuirá faixas de rolagem — pistas — para fácil saída dos aviões de grande tonelagem, drenagens, etc.

As construções serão de determinado tipo, de modo a constituirem o mínimo obstáculo à servidão aérea. A sua localização exige cuidado estudo, para não inutilizar a obra de que depende e á qual se deve condicionar inteiramente.

A construção civil terá portanto aqui muito que aplicar da sua especialização.

Mas um aerodromo terá a sua sinalização, que de noite se reveste de uma importância capital, não admitindo falhas. Há o rádio farol e todos os sistemas de orientação e a infinidade de aplicações da T. S. F. e da electricidade.

O estabelecimento de um aerodrómo é sem dúvida um problema de interêsse para o engenheiro.

Quere dizer, não é descabido falar aqui, no vosso areópago, em assuntos de aviação e interessante é também a creação de uma secção de aeronáutica, especificadamente de vôo à vela.

Falemos um pouco das possibilidades da aviação.

Tanto no ramo civil como no militar, o avião ocupa hoje um lugar de destaque pelas variedades da sua utilização.

Nos domínios da ciência e das descobertas, êle tem sido um grande auxiliar, permitindo a pesquiza de elementos atmosféricos nas regiões elevadas até há algum tempo julgadas inacessíveis. Foram os primeiros ensaios estratosféricos que levaram os sábios de algumas nações a investigações mais cuidadas, utilizando para isso os balões munidos de cabines estanques e conseguindo determinar o valor de algumas das radiações.

Já em 1923 se atingia de avião 11.145 metros de altitude e hoje atingem-se 14 a 15.000 metros. Evidentemente, a tais altitudes, as equipes terão de ser protegidas por instalações apropriadas, que podem ser ou a cabine estanque, até aqui difícil de realizar e que será o único sistema a adoptar para aviões de passageiros, ou o vestuário especial munido de escafandro, com o fim de fornecer o oxigénio necessário e equilibrar as pressões.

A finalidade dêstes vôos, reside principalmente, na investigação das possibilidades de viajar a uma altitude à volta de 12.000 metros considerada favorável, porquanto a essa altitude se está já fóra das acções metereológicas, permitindo as velocidades da ordem dos 500 quilómetros por hora e reduzindo, por conseguinte, o tempo dos grandes percursos.

As equipes para estes vôos são treinadas progressivamente, em câmaras pneumáticas, dentro das quais se rarefaz o ar e se modifica naturalmente a pressão e a temperatura, por uma forma gradual, dando assim ao piloto uma adaptação sem risco de acidente. A 5.500 metros de altitude já a pressão é metade em relação à pressão ao nível do mar e a temperatura é da ordem dos 15° negativos, podendo chegar a valores de 70° negativos à medida que subimos.

Ainda as viagens às regiões desconhecidas como os polos, têm sido feitas por vezes em avião e até em dirigível. Amundsem — Byrd, dois nomes que se ligam.

Na agricultura tem o avião sido empregado na desinfecção de terrenos e culturas, destruïção de insectos e até em sementeiras, em grandes extensões.

É ainda o avião que através das regiões mal servidas por outros meios de comunicação, transporta remédios, o médico e ainda os doentes. Para êste fim existem aviões sanitários, com uma arrumação própria para instalar os doentes em macas.

Por vezes mesmo o transporte de materiais pesados e volumosos para lugares quási inacessíveis para os quais os meios normais de transporte não poderiam ser utilizados por as estradas não comportarem semelhantes cargas, foram feitos em avião.

Uma outra modalidade da aplicação dos aviões civis, é a fotografia aérea, especificadamente na fotogrametria aplicada aos levantamentos e serviços cadastrais. Neste capítulo poderiamos fazer larga dissertação, não só pela sua aplicação no continente mas até pela sua utilização nas colónias.

Regiões inacessíveis, às quais seria impossível aplicar os clássicos processos de levantamento, foram reconhecidos pela fotografia aérea e as plantas estabelecidas com o maior rigor. Nas regiões tropicais principalmente, umas vezes pela natureza pantanosa do solo, outras por se tratar das grandes florestas, êste processo foi o único capaz de solucionar tal problema. Até mesmo no nosso País, temos exemplos de levantamentos fotográficos desta natureza. Pelo que diz respeito ao cadastro, não há outro processo a adoptar, se se quizer definir rigorosamente a propriedade, nas suas dimensões e limites. Agente fiscalizador por excelência, é a melhor garantia dum Estado em tal assunto.

Se quizermos falar do rendimento dêste método de trabalho, basta dizer que é possível, trabalhando a uma altura razoável, com uma máquina moderna de cinco câmaras ou com uma grande angular de 105°, cobrir apenas com uma fotografia, uma área aproximada de 300 quilómetros quadrados.

Trabalha-se alguma coisa em Portugal, em levantamentos fotogramétricos por avião. Parece-nos no entanto que de um acôrdo entre as entidades que até aqui têm tocado em tal assunto, resultaria obra mais proveitosa.

Deixámos propositadamente para o fim, o avião pròpriamente de transporte de correio e de passageiros, que hoje cruzam constantemente os ares de todo o mundo, numa regularidade de horários tão perfeita como a de

qualquer outro meio bem organizado. Voando com todo o tempo, sôbre as regiões montanhosas ou atravessando os oceanos, cumprem os seus horários com uma segurança quási absoluta, tendo conquistado a confiança de todos os espíritos modernos. Tanto o rápido avião de correio como o de passageiros, mais cómodo do que aquêle, nos quais só o problema do isolamento da cabine dos ruídos dos motores, originou estudos deveras interessantes, são hoje máquinas perfeitas que bem merecem a nossa confiança e a nossa admiração.

Não quero deixar de falar nos grandes transportadores — D. O. X. — G. 38 — Sikorsky — Lieutenent Paris, etc., todos de arrojada concepção.

É interessante frizar, que o Dornier X, equipado com 12 motores de 600 a 700 H.P. pesa em carga 52 toneladas. Com um consumo horário de 1600 litros absorve toda a carga útil desde que a etape a efectuar seja superior a 2.300 quilómetros. Destina-se por isso às travessias de 800 a 1200 quilómetros podendo transportar 40 a 80 passageiros.

O Junkers G. 38, pesa em carga 22 toneladas, dispõe sòmente de 2.000 a 2.800 H.P. distribuídos por 4 motores. Pode transportar cargas médias a grandes distâncias, como seja, por exemplo, 3 toneladas a 3000 quilómetros.

Estudado pelos alemãis em cooperação com o Japão, a quem interessava por razões de ordem militar, a sua arrumação está principalmente disposta para o transporte de bombas e não de passageiros.

Constitui o que se chama a asa volante, pois é na própria asa — asa espêssa — que estão instalados os alojamentos para os passageiros.

Nesta rápida análise dum assunto tão vasto, impossível se torna detalhar.

Falemos agora um pouco da aviação no domínio militar.

Os factos empenham-se em mostrar-nos que todas as nações confiam ao exército do ar, mais do que a qualquer outro, o encargo da sua defesa e do seu ataque, numa previsão guerreira que não deixa olhar tranqüilamente o futuro.

A corrida aos armamentos atingiu fóros de competição, parecendo cada um empenhado em chegar primeiro à meta duma pista, que se nos apresenta pouco extensa...

A indústria aeronautica, mais do que qualquer outra, absorve a atenção dos govêrnos e ainda há pouco tivemos ocasião de observar directamente, que ela funciona em alguns países em regimen de trabalho contínuo, parecendo não se temer atingir ponto de saturação. A Inglaterra estabelece êste ano para a aviação, um orçamento excedendo em 23 milhões de Libras o do ano passado.

Para alguns mesmo, não interessam já as encomendas dos países estrangeiros. O dia de 24 horas é curto, para as exigências da capacidade nacional...

Há sem dúvida, neste concêrto de tôdas as nações em se armarem — em alguma coisa seria possível vê-las de acôrdo — uma razão de confiança nas possibilidades da aviação militar.

De facto, factor de guerra quási novo — na última guerra não se passou de um leve ensaio — ela faz entrar em luta, não apenas a parte armada da nação, mas tôda esta. Até aqui uma nação em guerra, uma vez mobilizados os seus efectivos, a sua indústria, deslocava-se para o campo de batalha e aí se decidia muitas vezes a sua independência. Hoje, com o emprêgo da aviação, tôda a nação está em luta: é a guerra total.

Arrastado num turbilhonar ciclónico, os povos caminham vertiginosamente numa espécie de receio, de um final que se avisinhe. Tudo tem que ser rápido, fulminante. A guerra demorada, arrastando-se lentamente num avanço e recúo de hora para hora, não pode ser, não se admite já. É preciso a solução rápida, imprevista e para isso vamos então tentar destruir instantâneamente os centros vitais do inimigo. Tiremos-lhe a possibilidade de viver, já que matar não é tão fácil!

Há centros de reabastecimentos? Destroem-se! O inimigo não poderá manter-se. Há depósitos de munições, de combustíveis, centros fabris e de comunicações? Destroem-se! E uma vez atingidos todos os nós vitais de uma nação, as populações desmoralisadas por verem destruídas as condições de vida própria, destruído êsse factor moral do apoio das grandes massas, o que poderão fazer os chefes, por maior que seja o seu poder combativo, a sua táctica ou a sua estratégica?

Por isso, em todos os países em que se dá à guerra, a importância que ela de facto tem,

as populações civis são hoje instruídas sôbre a atitude a tomar em caso de necessidade.

É preciso encarar estas tentativas de educação das populações, com a seriedade indispensável, refreando o nosso eterno espírito de *blagueurs*, com que normalmente escudamos a nossa muita ignorância.

Com o material hoje em uso nos diferentes exércitos, é fácil, mercê da sua tonelagem, velocidades e raios de acção, atingir ràpidameute os pontos vitais de um país, num momento em que a surpresa multiplique os efeitos de uma determinada acção. Estamos convencidos que os primeiros ataques de uma nação sôbre outra, se darão, quando a declaração de guerra esteja ainda a ser resolvida nas altas chancelarias. Isto é, ao contrário do que até hoje sucedia, algum tempo antes da declaração de guerra, uma nação menos previdente será bombardeada, de modo que a sua mobilisação geral se não possa fazer, ou se faça com muita dificuldade.

Não esqueçamos que os actuais aviões de bombardeamento de dia e de noite, com as suas velocidades próximas dos 400 kilómetros à hora, podem transportar toneladas de bombas em raios de acção demuitos kilómetros. O emprêgo hoje corrente dos motores a óleos pesados, de muito menor consumo, veio aumentar ainda mais êstes raios de acção. Na Alemanha, por razões de economia, os seus aviões rápidos de bombardeamento são equipados com êste tipo de motor.

O poder destruidor das bombas de aviação, cujos pesos podem ir desde os 250 gramas para as bombas incendiárias, até às de 2.000 quilos de alto explosivo, é muito variado e de tal naturesa que uma acção bem combinada de um bombardeamento com gaz e aquêles tipos de bombas, anula completamente todos os socorros e desmoralisa uma população inteira.

Ora contra a aviação só se poderá reagir eficazmente, *com aviação*.

Todos os outros meios de defesa, quer sejam activos, como as baterias anti-aéreas, quer passivos, como as barragens de balões, etc., são caros, demasiadamente caros e insuficientes em geral. Temos de reconhecer que de facto o material anti-aéreo melhorou consideràvelmente nos últimos tempos, e que é hoje para o aviador um inimigo a considerar. Não podendo ir buscar a impunidade nas grandes altitudes, porque os alcances daquelas baterias são hoje enormes — batem eficazmente uma zona a 15.000 metros e mais — o aviador procura a surpresa voando encoberto, se as condições o permitem, de noite, ou a uma altura menor à volta dos 1.000 metros, zona na qual a acção anti-aérea, por razões de menor dispersão e grandes velocidades angulares é menos batida.

O bombardeamento a pequenas alturas, não falando no bombardeamento a picar, é um bombardeamento cuidado porquanto, a acção de uma bomba ao rebentar pode ir atingir, algumas vezes pelo sôpro, o próprio avião bombardeiro. Além disso, as bombas têm um certo coeficiente de segurança que lhes permite rebentar sòmente algum tempo depois de saírem do avião. Êsse coeficiente, corresponde naturalmente a uma determinada altura. São frequentes os insucessos atribuídos a esta causa, sobretudo quando se conhece insuficientemente o material.

Há pois necessidade de uma aviação de defesa própria, defesa por ataque aos aviões inimigos. É a *caça* em que a mobilidade e o armamento são os factores primordiais.

A velocidade dos aviões de caça será naturalmente de ordem elevada. Não se pode porém exceder determinados limites, pois que as condições fisiológicas do piloto se alteram para valores elevados da velocidade. Parece que, para valores superiores a 500 quilómetros à hora, sobretudo nas evoluções acrobáticas, o piloto tende a perder o conhecimento da sua posição, o contrôle de si próprio, em conseqüência das alterações produzidas na circulação do sangue.

Dêste modo, as tendências actuais, são para o avião rápido sim, mas sobretudo com um poder ofensivo em armamento que é geralmente a metralhadora, em maior ou menor número, e por vezes até, o canhão, instalado através do motor.

Um Estado, quer tenha como doutrina, a organização de um exército do ar independente, quer de cooperação, tem de manter necessàriamente a sua aviação enquadrada numa organização fixa, bem definidas as suas possibilidades e daí o seu rendimento. E se a questão

do material é hoje fundamental na eficácia de uma arma, o problema do pessoal não deve ser descurado para que se obtenha a máxima eficiência.

Será necessário, além do pessoal activo, encorporado, a existência duma reserva e essa só poderá ser procurada nos bancos das escolas, facilitando-se o seu recrutamento por meio de iniciativas como aquelas que quereis pôr em execução.

A Alemanha, como já disse na vossa Revista, impossibilitada de possuir uma aviação militar, não descurou porém o problema e torneando dificuldades, constituiu com os pilotos formados nas suas escolas e clubes de vôo à vela, a sua explêndida aviação comercial, na qual os aviões são, aviões de guerra. Em quatro horas, uma equipe de poucos operários, transforma um avião de passageiros em avião de guerra...

Subsidiadas pelo Estado, as referidas escolas e clubes funcionam permanentemente, continuando a fazer, quási sem dispêndio em relação às escolas de vôo com motor, os seus pilotos de reserva.

Dissemos já que se não deve confundir o vôo planado com o vôo à vela. Naquêle o avião vai perdendo altura constantemente e o esforço de tracção da hélice é substituída pelo pêso do avião, emquanto que no vôo à vela o avião utiliza a energia interna do vento, subindo com êle e com êle ganhando altura que lhe permitirá procurar uma outra corrente ascendente formada por qualquer dos precessos indicados no artigo já publicado na vossa Revista.

O tenente Laffont dizia em 1918 que para voar é preciso «estar no ar, não como um estranho que se impõe dominando-o, mas sim como um indígena que o compreenda e utilize. Voar graças aos mesmos meios com que a natureza dotou as grandes aves. Estar na atmosfera, como em sua casa».

Mas para estar como que em sua casa na atmosfera, necessário se torna conhecer os segrêdos do vento.

Mouillard, opondo em 1870, os ensinamentos da natureza ao das teorias matemáticas, notava que uma ave «tipo veleiro» utilizando a sua aza imóvel para subir, possuía um metro quadrado sòmente de superfície, para 5 quilos de pêso.

Concluía êle que «nos cálculos, é preciso ter em atenção que uma corrente de ar nunca tem uma velocidade constante. O estudo atento do vôo das aves leva a concluir que há rajadas irregulares e que elas armazenam a sua energia. O golpe de vento quando a ave vai com o vento, é a pancada da vara que a criança atira ao arco com que brinca. Se a ave faz face ao vento, a rajada projectando o ar contra ela, obriga-a, como resultante, a elevar-se; daí um novo benefício na elevação».

Em 1888 dizia Bazin: «a ave deslisa sôbre o ar como um carro lançado na montanha russa. Pela velocidade aquirida na descida, êle sobe a rampa seguinte, mas sem poder atingir um ponto tão alto como o da partida. Se imaginarmos que no momento em que o carro sobe, o solo da montanha russa é impelido bruscamente de encontro a si—golpe de vento —o carro, resistindo ao arrastamento pela sua inércia, será elevado».

Estes golpes de vento, de intensidade muito variável, vão-se regularizando à medida que se sobe, podendo dizer-se que à volta dos 1000 metros, têm intensidades constantes. Isto é conseqüência das correntes de ar se encontrarem a esta altitude, fora da acção turbilhonar, provocada pelos acidentes do terreno.

Aproveitando a acção do vento para o vôo à vela, dada a regularidade, em direcção, dos ventos na costa portuguesa e numa faixa do litoral mais ou menos profunda, julgo possível, embora apenas baseado em ligeiras experiências que a minha profissão me tem permitido executar, ser fácil encontrar próximo de Lisboa regiões propícias para o vôo à vela utilizando a energia própria do vento.

Nos montes sobranceiros ao vale de Frielas, aproveitando o alto da Ameixoeira e tôda essa linha de alturas até ao Tejo, na serra de Sintra e mesmo na de Montejunto, isoladas na planície, encontram-se condições que devem satisfazer razoàvelmente à prática do vôo à vela, utilizando especialmente o lançamento por sandows. Devemos acrescentar que êste processo é de todos o que exige maior persistência e fôrça de vontade. Não esqueçamos que o planador terá, depois de aterrar, de ser rebocado novamente para um ponto elevado, sempre que a aterragem se não possa fazer ao nível do ponto de partida. O processo mais

cómodo é sem dúvida o do reboque por avião, embora mais dispendioso. Para êsse efeito uma pequena avioneta servirá, prestando serviços incalculáveis, pois trará para o piloto em estado de instrução mais adiantado, uma adaptação ao motor, do que resulta um quási aperfeiçoamento. E hoje já se encontram avionetas a preços muito acessíveis.

Creio que depois da organização, o caminho a seguir será a construção do planador. Essa construção deve ser feita pelos próprios alunos. É assim que se pratica em tôdas as escolas e clubes estrangeiros, tendo êsse processo a vantagem de interessar ao máximo o aluno-construtor, pois são êles próprios que aproveitarão dos aperfeiçoamentos introduzidos.

Os planadores construidos nos centros de estudo, ficam em geral por um prêço duas vezes inferior aos comprados directamente. Casas há, como por exemplo a Avia e outras que fornecem os planos completos dos seus planadores.

Podemos agrupar os planadores de vôo à vela em três categorias:

1.ª — Os planadores de escola, simples e sólidos, permitindo aos pilotos principiantes, formarem-se por si próprios, em saltos mais ou menos extensos.

2.ª — Os planadores de treino, monoplano párasol, iste é, com o plano não apoiado directamente sôbre a fuselagem, permitindo um maior campo de visão. Têm uma finesse média — relação entre a resistência ao avanço e a sustentação — e pesam, vazios, uma centena de quilos.

3.ª — Os aparelhos de perfomances, de finesse máxima, próprios para o estabelecimento de récords.

Entre os planadores de escola encontram-se ainda os planadores de dois logares permitindo a instrução directa em duplo comando.

Os pilotos de avião sem motor podem possuir três espécies de brevets: O brevet A que exige sòmente um vôo de 30 segundos seguido de uma aterragem correcta;

O brevet B que exige dois vôos de 45 segundos e um vôo de um minuto com dois percursos em forma de S;

O brevet C que exige 5 minutos de vôo a uma altitude superior à do ponto de partida.

*
* *

Neste apanhado de generalidades, razão de ser de conversa e nunca de conferência, alguma coisa ficou dito, mas muito mais ficou por dizer. Mas o tempo passa e é preciso não abusar da vossa condescendência.

Resta-me agradecer-vos a paciência com que me escutaram e pedir que ao lançar-vos neste empreendimento não esmoreceis, embora para tal tenhais de desenvolver grande esfôrço, pois é bem certo, não ser a persistência largo apanágio dos Portuguêses...

Com isso, acreditai, ireis prestar um grande serviço ao nosso País. Para não desaminar adoptai como lema a frase de Gustavo Delage: «O destino de um País está no Céu».

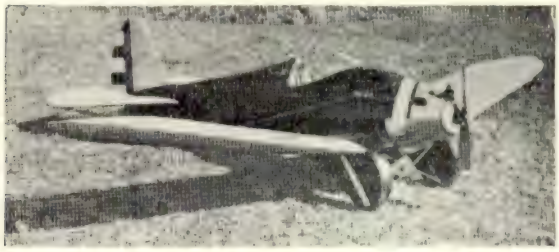
Algumas notas para a construção de modêlos

POR FRANCISCO M. MAIA
ALUNO DO I. S. T.

Em todos os países do mundo gosam duma grande popularidade os concursos de modêlos. Nesses concursos são continuamente estabelecidos e batidos «records», pois os modêlos vão sendo objecto de estudo cada vez mais cuidadosos, e constroiem-se alguns duma perfeição enorme, como se pode ver pelas fotografias juntas.

Modêlo «Corben Super-Ace» que voou durante 17 minutos

Modêlo «Monocoupe» com motor «Baby Cyclone»



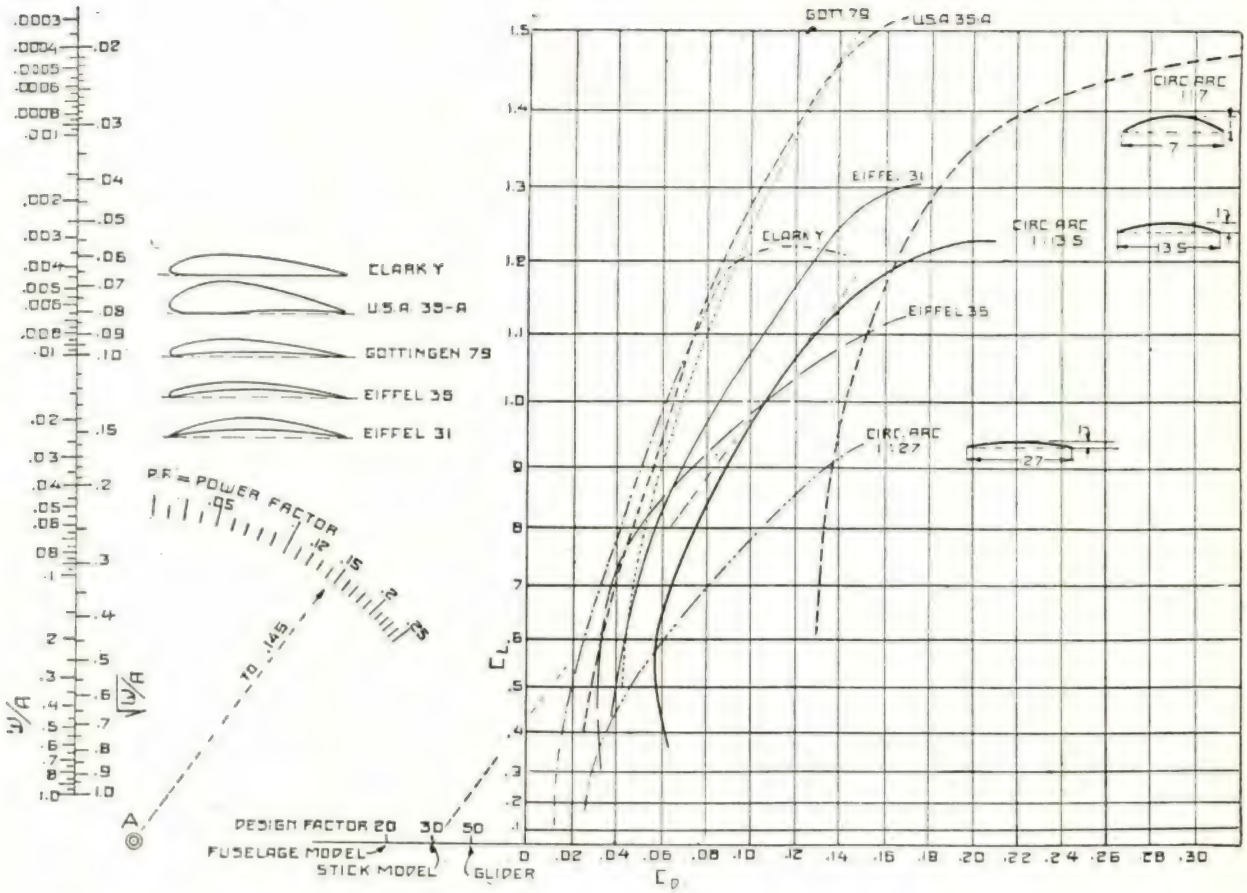
Modêlo de asa baixa com motor a gasolina

Os modêlos empregados podem ser adquiridos completos, — montados ou por montar — ou ser construídos pelo concorrente. Certamente que para êste terá o concurso muito maior interêsse quando fôr um produto do seu trabalho e muitas vezes da sua imaginação que percorra o espaço num vôo mais ou menos bem dirigido.

Construir um modêlo não é, porém, emprêsa fácil, principalmente para quem desejar construir alguma coisa de novo. Para estes as maiores dificuldades consistem no cálculo da quantidade de borracha a empregar no seu «motor» e na escolha do perfil que devem adoptar, como sendo o mais conveniente, para as asas do seu modêlo. É claro que a quantidade de borracha a mais ou a menos só influirá na velocidade e na duração do vôo. É porém bastante conveniente saber a quantidade mínima, que teremos que empregar para que o modêlo vôe e que quantidade devemos empregar para que êle se mantenha no ar um tempo dado.

Para calcularmos estas quantidades teremos que servir-nos de gráficos chamados «polares». A polar duma asa — quando digo asa quero referir-me a uma asa com um perfil dado — é um gráfico no qual estão indicndas para cada valor do ângulo de ataque o valor da «sustentação» e da «resistência ao avanço» da asa. O quociente $\frac{\text{resistências ao avanço}}{\text{sustentação}}$ permite calcular a «finesse» da asa, que será tanto maior, quanto menor fôr a resisistencia ao avanço e maior a sustentação. Ora, tanto a sustentação como a resistência ao avanço são função do ângulo de ataque. Pela experiência procura-se o ângulo que dará a asa a maior «finesse». São os resultados destas experiências efectuadas no tunel aerodinâmico que, em resumo, dão a polar.

Vejamos agora — que conhecemos um pouco a história dêste gráfico — o modo de utilizá-lo tanto para o cálculo dos motores e perfis de modêlos com motor de elástico como dos modêlos com motor a gasolina.



Legenda :

w — Pêso total
A — Superfície das asas
w/A — Carga nas asas por unidade de superfície
C L — Coeficiente de sustentação
C D — Coeficiente de resistência ao avanço

Fórmulas a usar :

Unidades para aviões : Silvas e pés quadrados

Velocidades em pés por segundo:

$$V = 29\sqrt{w/A} \times \sqrt{1/CL}$$

$$HP = \frac{w}{7.6}\sqrt{w/A} \times P.F.$$

Unidades para modelos : Onças e polegadas quadradas
Pêso de borracha necessário para voar um segundo

$$P = \frac{w}{13.7}\sqrt{w/A \times P.F.}$$

Nos gráficos juntos (que foram publicados na revista «Popular Aviation», de Janeiro dêste ano), temos à direita uma escala que nos permite dado o quociente w/A (em que w = peso total do aparelho e A = área das asas ou superfície de sustentação), achas a $\sqrt{w/A}$.

Conhecida a significação de w e A para podermos empregar as restantes fórmulas basta-nos saber determinar que cada perfil o valor de P. F. Para o determinarmos procede-se do seguinte modo: = Por um dos pontos 20,30 ou 50 que se encontram no canto inferior esquerdo do gráfico, conduz-se uma tangente à curva correspondente ao perfil que nos interessa. Essa tangente será conduzida pelo ponto 20 se o modêlo tiver fuselagem e pelo ponto 50 se fôr um planador. Traçada a tangente tiramos-lhe pôr A uma paralela e lemos o valor de P. F. na escala circular situada ao meio do papel.

Entrando com o valor obtido nas fórmuias temos calculada a quantidade de borracha necessária para que o nosso modêlo vôe um segundo. Dividindo o peso total de borracha que utilizarmos no nosso motor pelo peso necessário para voar um segundo temos a duração de vôo.

O exemplo indicado no gráfico é o seguinte: Suponhamos um modêlo tal que: w = 15 onças; A = 150 polegadas quadradas; secção da

asa (razão da flecha para a corda quando a flecha igual à unidade) = 1 : 13,5 e o peso de borracha = .06 da onça.

Teremos: $w/A = .001$ e utilizando a escala da esquerda imediatamente $\sqrt{w/A} = .0316$.

Para calcularmos o mínimo pêso de borracha necessário para um vôo de 1 segundo emgamos a fórmula:

$$w/13{,}7 \times \sqrt{w/A}\ P. \times F.$$

que nos dá

$$15/13.7 \times .0316 \times .145 = .00005 \text{ onças}$$

A duração do vôo será:

$$.06/.00005 = 1200 \text{ segundos ou minutos.}$$

Como estamos habituados a lidar com cm. e gramas e nos aborrecem as polegadas e as onças, as fórmulas podem ser transformadas e teremos:

$$w = \frac{\text{Peso total em gramas}}{30{,}59}$$

$$A = \frac{\text{Area das asas em cm}^2}{6{,}45}$$

e para obtermos os pesos finais em gramas multiplicamos os n.os obtidos por 30,59.

A PRÁTICA DA AVIAÇÃO SEM MOTOR

Sua finalidade

POR REDONDO J.OR
ALUNO DA FACULDADE DE CIÊNCIAS

Abstenho-me de historiar a aviação sem motor assinalando os seus progressos e definindo o estado actual da técnica. Confesso, mesmo, que não possuo, de momento, os dados para um estudo detalhado e concreto da evolução técnica do planador. Todavia, observando superficialmente a questão — e nem mais é necessário — conclui-se que a técnica do vôo sem motor como, aliás, de tôda a ciência aeronáutica desde o balão não dirigível até ao avião motorizado, têm progredido consideràvelmente. Somos, também, levados a concluir que, em todos os ramos da aeronautica, muito há ainda a fazer, em especial no vôo sem motor.

É esta última conclusão que serve de base ao meu artigo.

Entre nós, *só se pensa em Santa Bárbara quando troveja;* e é bem verdade. Começamos agora — e só agora — a compreender a necessidade imprescindível do desenvolvimento aeronautico sob todos os aspectos e, para lhe dar o impulso conveniente — o salto brusco do *nada* para o *alguma coisa* — constatamos que não existe mentalidade aeronáutica — passe o têrmo — que não há a indispensável preparação técnica para êsse impulso.

Ligando êste facto à aviação sem motor é conveniente concretizar. Para mim — e julgo que para todos aqueles que sabem o que é aeronáutica — há duas espécies de aviação sem motor: aquela que todos praticam, a desportiva, e que, conseqüentemente, diz respeito aos núcleos desportivos; e aquela que se pratica com o fim de desenvolvê-la e aperfeiçoá-la, isto é, que se pratica com finalidades técnicas.

Eis a questão: os alunos do Instituto Superior Técnico pensam num agrupamento dentro do Instituto para a prática do vôo sem motor. Tratando-se dum instituto superior, de futuros engenheiros, é lógico — e é mesmo a única hipótese — admitir que essa prática tenha finalidades técnicas: Conclusão: os alunos do I. S. T., onde não existe qualquer cadeira que se ligue intimamente com a aviação, como a de aerodinâmica — a mais importante para o vôo sem motor porque podemos considerar o planador o veículo aerodinâmico puro — não

estão aptos a cumprir essa finalidade, imediatamente.

Em alguns dos artigos que tenho escrito, alvitrei a criação da cadeira de Aerodinâmica nos institutos superiores. É pena que ela já não exista. Mas ainda é tempo, e a sua criação é indispensável, para que o impulso a dar à Aeronautica seja profícuo.

Todavia, mesmo sem ela, vejamos sob que aspecto se nos apresenta a questão que estamos tratando e como encará-la para que possamos contribuir para o progresso do vôo sem motor.

A Aerodinâmica é uma ciência essencialmente prática. Assim, a experiência mostrou-nos que, a resistência oferecida por um fluído ao deslocamento de um corpo, nos é dada pela expressão:

$$1) \qquad R = KSV^2$$

em que S é a superfície da secção do corpo, normal ao movimento, e V a sua velocidade. Estudemos mais detalhadamente a constante (?) de proporcionalidade K, resistência específica.

K é uma expressão da forma

$$K = z\frac{\delta}{g}$$

em que δ é o pêso específico do ar, g a aceleração da gravidade e z um coeficiente que depende, essencialmente, da forma do corpo e da natureza da sua superfície.

Por outro lado

$$\delta = 1{,}293 \times \frac{H}{760} \times \frac{273}{273 + t}$$

em que H representa a pressão e t a temperatura.

Consideramos, desde já, o fluído como sendo o ar.

Logo, K varia constantemente no mesmo lugar da terra e de lugar para lugar. Mas, admitindo a hipótese de g ser constante (hipótese aceitável dada a sua pequena variação) K varia, então, sòmente com a pressão, temperatura e forma do corpo.

Temos, pois, dois campos de investigação: condições atmosféricas mais rendosas para o vôo sem motor; estudo das formas a dar ao planador.

Para o mesmo planador (forma invariável) as condições de navegabilidade variam com a constante K, como já se viu, e essa variação é-nos dada pela expressão:

$$\frac{\triangle K}{K} = \frac{\triangle H}{H} \times - \frac{\triangle T}{T}$$

em qne $\triangle K$ é a variação positiva ou negativa de K, K a resistência específica à pressão H e à temperatura absoluta T bem definidas, $\triangle H$ a variação positiva ou negativa da pressão e $\triangle T$ a variação negativa ou positiva da temperatura absoluta.

Nas condições normais de pressão e temperatura, quando um plano se desloca perpendicularmente ao vector velocidade encontrou por parte do ar, uma resistência onde $K = 0{,}080$. Pondo de parte o estudo de K sob o ponto de vista das variações da pressão e da temperatura, entramos pròpriamente no estudo da forma do planador que implica directamente com o valor de z, função de K.

Já vimos a expressão da resistência do ar para qualquer corpo. Para um plano que faz com o vector velocidade um ângulo α, há que juntar à expressão 1) o factor seno de α, e teremos:

$$2) \qquad R = KSV^2 \operatorname{sen}\alpha$$

onde K continua a ser a resistência específica cuja dependência já assinalámos.

Para ângulos α muito pequenos, podemos considerar R igual à fôrça ascencional do plano.

Temos, então, dois problemas independentes a resolver: forma da fuselage e forma das asas, resolução que deve conduzir-nos a um valor mínimo para 1) e um valor máximo para 2), quere dizer, um mínimo de resistência ao avanço e um máximo de fôrça ascencional (fôrça de sustentação), independentemente dos valores mais convenientes para S, para V e para α, merecendo o valor de α particulares cuidados para que possamos igualar R com a fôrça ascencional.

Como acabamos de vêr, a questão é essencial e fundamentalmente prática, e depende do estudo directo da variação de K. Há, como vimos, dois pontos de grande importância a estudar: forma da fuselage e da célula (órgãos sustentadores).

Não quero alongar-me em mais considerações. Teria, conseqüentemente, que abordar outros problemas. O que acabo de expôr é suficiente para que nos apercebamos do que se afigura indispensável para um largo campo de trabalhos de investigação.

O meu artigo teve sòmente uma finalidade: fazer compreender que, uma vez criada a secção de aviação sem motor num instituto superior de ensino, ela deve tender para o progresso da aeronautica. E não é difícil, quando é certo tratar-se de indivíduos com uma preparação científica suficiente para que se cumpra a finalidade que indiquei. Não modificando processo de construção, mas estudando formas e, conseqüentemente, se indispensável fôr, modificando as centragens (colocação relativa do centro de gravidade e do ponto de aplicação da fôrça de sustentação das asas) poderemos ensaiar modêlos de planadores nossos, muito nossos, contribuindo, por qualquer forma, para o progresso da aviação sem motor.

E, terminando, os meus mais ardentes votos de prosperidades aos que meteram ombros a semelhante emprêsa: fazer da aviação, em Portugal, *alguma coisa!*

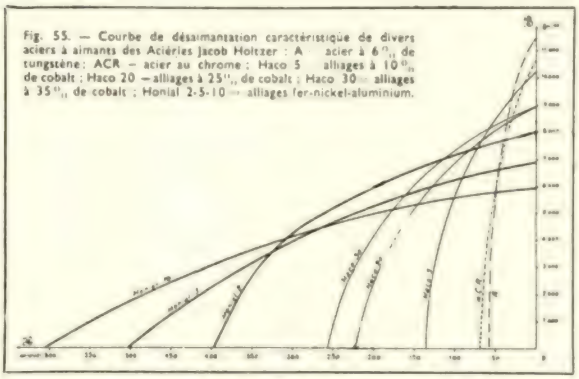
DO MUNDO TÉCNICO

Ímans

Classificam-se os ímans em permanentes e não permanentes, conforme a sua propriedade de produzir ou não um campo magnético, depois de ter cessado a causa da rua magnetização, mas na realidade depois de pouco tempo, devido a uma alteração da contestura do aço e de uma orientação progressiva das partículas magnetizadas, em posição instável, o íman perde as suas propriedades magnéticas. Os choques, as variações de temperatura e a presença de campos magnéticos estranhos, apressam a obra de destruïção.

O valor de um íman é proporcional à sua energia magnética: $W = \frac{B\mathscr{H}}{8\pi}$ sendo B e $\mathscr{H}$ respectivamente a indução e o campo magnético relativos ao ponto de funcionamento do íman que, como o íman não funciona em circuito fechado, está colocado sôbre a curva de desmagnetização, na parte da curva de histerésis à esquerda do eixo das induções e acima do eixo dos campos magnéticos.

Com o uso, o ponto de funcionamento corre sôbre a curva para a esquerda e dentro em pouco o produto $B\mathscr{H}$ é ínfimo. O que é então preciso arranjar? Um íman cuja magnetização se mantenha acima de um



determinado limite o mais longo tempo possível, isto é, em que a curva de desmagnetização se mantenha sensivelmente paralela ao eixo dos $\mathscr{H}\mathscr{H}$ e o corte o mais longe possível da origem. Em resumo é preciso arranjar ímans de forte campo coercitivo.

Isto já dizia M.me Cuire em 1897 mas a solução satisfatória só foi dada em 1932 pelo técnico nipónico M. Tokushichi Mishima com os aços nikel-alumínio.

Disso se convencerá o leitor à evidência pelo gráfico apresentado.

("Revue du Aluminium").

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

Traité Pratique de Construction et Aménagement des Usines

por L. GRIVEAUD

Tomo II

Librairie Polytechnique CH. Beranger — 1937
Frs. 105

Êste segundo volume diz respeito à Higiene e Confôrto; Utilização do calor e Produção de energia.

O autor pretende, com esta obra, diminuir a dependência do construtor dos especialistas dos diferentes assuntos, pois que segundo êle, estes acabam sempre por dar uma importância exagerada ao problema particular da sua especialidade, o que por vezes cria soluções incompatíveis com as que seriam necessárias para os demais problemas, isto é, destina-se a dar ao construtor uma visão do conjunto, de modo que ao consultar os especialistas para cada um dos seus problemas, possa servir de fiel de balança entre as diferentes soluções.

Pelas razões expostas, vê-se como há-de ser difícil conseguir dar num volume de cêrca de tresentas páginas, as noções suficientes para resolver problemas tão complexos e variados.

No capítulo primeiro, o Autor trata da salubridade geral, iluminação, aquecimento, ventilação, refrescamento e humedificação do ar, eliminação das poeiras.

No segundo capítulo, trata dos combustíveis, gazogêneos e fornos industriais, secadores, caldeiras a vapor e chaminés industriais.

No terceiro capítulo, trata das máquinas e centrais hidráulicas, máquinas e centrais térmicas e máquinas e centrais eléctricas.

Para cada assunto, o autor dá alguns exemplos, acompanhados dum certo número de *constantes* e considerações de ordem crítica. Grande número de gravuras acompanham o texto, um e outros excelentemente impressos.

Pelo modo como se dispõem as matérias versadas no presente livro, tornam-no bastante útil não só aos construtores como para os estudiosos.

M. B.

Bases para a organização do Laboratório Oficial de Aferições e Ensaios Eléctricos

Por ANTÓNIO CARRISSO

Eng.º Electrotécnico do I. S. T.
Assistente do I. S. T.

(Edição do autor)

Dissertação apresentada ao concurso para Professor de Medidas Eléctricas no Instituto Superior Técnico realizado em Fevereiro de 1937.

É formado êste trabalho por 3 partes: a 1.ª) trata das Bases para a organização do Laboratório Oficial de Aferições e Ensaios Eléctricos; a 2.ª) fala àcêrca de um método de aferição de aparelhos de medida, proposto pelo autor; a 3.ª) apresenta-nos em subsídio para o estudo das propriedades eléctricas dos óleos vegetais.

A 1.ª parte versa a finalidade, funcionamento e organização no laboratório, os ensaios a prever, os padrões a utilizar e os processos de aferição e medida a empregar. São especialmente interessantes as considerações que o autor fêz sôbre a finalidade do laboratório, que desejariamos ver realizada completamente.

Na 2.ª parte estuda o autor o emprêgo dos transformadores térmicos na medição das grandezas eléctricas alternadas por interposição de grandezas contínuas. Assunto de interêsse apenas para os especialistas.

A 3.ª parte refere-se a ensaios efectuados. Apresenta-os o autor como um primeiro estudo sôbre a rigidez dieléctrica. Resistividade, pontos de inflamação, viscosidade, densidade, acidez e tendência a formar depósitos, dos óleos vegetais de rícino industrial, rícino medicinal, azeite, palma e mendobi.

Conclui que os óleos não são utilizáveis mas admite a possibilidade do óleo de mendobi depois de convenientemente refinado e tratado, vir a satisfazer.

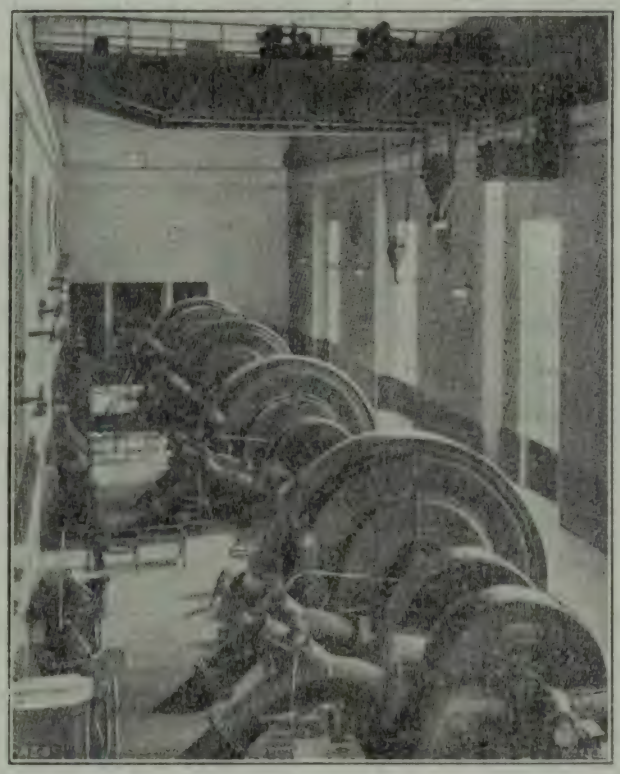
Num País em que *curiosidade científica* está adormecida é de destacar o esfôrço do autor no campo laboratorial, base de qualquer progresso sério em qualquer ramo da técnica.

Fazemos votos para que continue os seus trabalhos de experimentador.

J. M. P. A.

POR ABSOLUTA FALTA DE ESPAÇO, NAO PUBLICAMOS NESTE NÚMERO A LISTA DAS PUBLICAÇÕES RECEBIDAS

AEG LUSITANA DE ELECTRICIDADE



Central Hidro-eléctrica

Centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de caminhos de ferro. Máquinas para soldadura eléctrica por arco e resistência para tôdas as aplicações. Estações de transformação de qualquer capacidade e tensão. Accionamentos eléctricos especiais para fábricas texteis. Motores e aparelhagens para tôdas as indústrias.

Motores de duplo enrolamento
sem escôvas nem resistência de arranque

AEG

LISBOA
Rua dos Fanqueiros, 12 a 16

PORTO
Rua Sá da Bandeira, 209 a 215

TAM-TEX

A tinta impremeabilizadora empregada nas importantes obras do Estado e particulares; como:

Arsenal do Alfeite
Colégio de St.ª Dorotea (Lisboa)
Créche Júlia Moreira (Lisboa)
Escola do Bairro Social do Arco do Cego
Escola Naval no Alfeite
Hospital Curry Cabral
Hospital de St.º António dos Capuchos
Instituto Nacional de Estatística
Liceu Fialho d'Almeida (Beja)
Liceu Júlio Henriques (Coimbra)
Liceu Latino Coelho (Lamego)
Maternidade Júlio Diniz (Pôrto)
Novo Manicómio de Lisboa
Palácio Nacional de Belem
Etc., Etc.

ÚNICOS IMPORTADORES
AGUIAR & MELO, L.DA
P. do Municipio, 13, Loja
L I S B O A

Granulados de mármores
para exportação e para o país

Mosaicos de granulados de mármore

OS MAIS BONITOS
OS MAIS RESISTENTES
OS MAIS VANTAJOSOS

Soc. Portuguesa CADAN
Rua D. Estefania, 42
Telefone 47812 *Lisboa*

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA
Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 26572

COMPRAM-SE

NA REDACÇÃO

DA TÉCNICA

os números 10, 24, 34

DESTA REVISTA

Nova edição das Tabelas de Resistência de Materiais

do Prof. V. FERREIRA — **A SAIR EM JUNHO**

"Modernas concepções da mecânica"

Lições realizadas no Instituto dos Altos Estudos da Academia de Ciências de Lisboa

Pelo Doutor Aureliano de Mira Fernandes

(Separata da "TÉCNICA")

Regulamento do Betão Armado

(Separata da «TÉCNICA»)

"Regulamento de pontes metálicas"

Nova edição da separata da «Técnica»

A' VENDA NA

Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

VÉSTERAS

ASEA

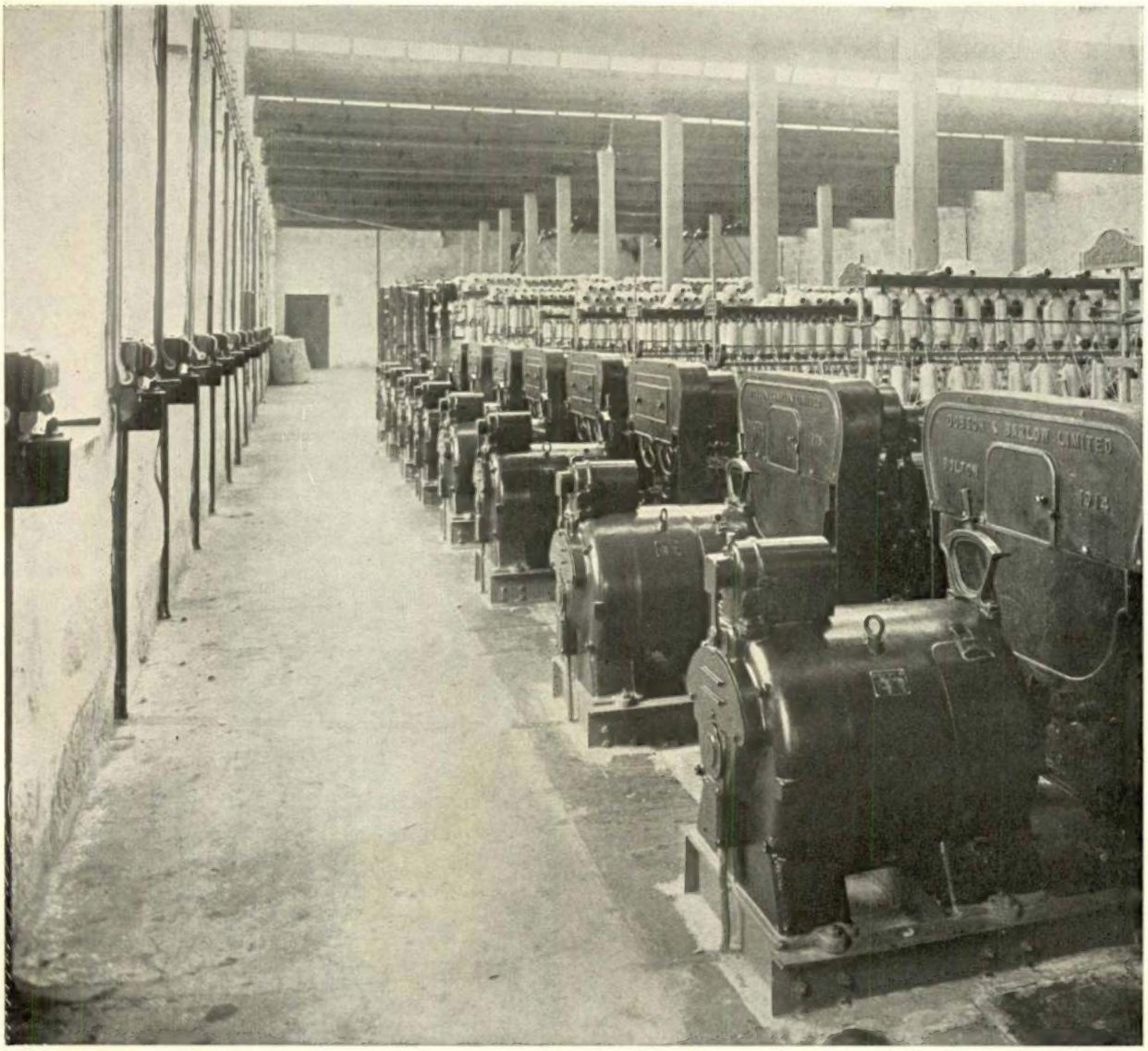
SUÉCIA

REPRESENTANTES:

JAYME DA COSTA, L.DA

ENGENHEIROS

LISBOA PORTO



ROCHAS & SOBRINHOS, L.DA — PÔRTO

ACIONAMENTO INDIVIDUAL DE CONTÍNUOS COM MOTORES DE COLECTOR

A instalação de fiação desta fábrica foi montada em 1929, com material eléctrico "ASEA". Compõe-se de cabine transformadora de 150 kVA, 15000/400 V., e 22 motores eléctricos especiais para fiação, com a potência total de 180 cavalos, providos de caixas de manobra automáticas.

Tip. Pôrto Médico, L.da — PÔRTO

JAYME DA COSTA, L.DA

ENGENHEIROS

PORTO
PRAÇA DA BATALHA, 12

LISBOA
RUA DOS CORREEIROS, 14

REPRESENTANTES DAS FIRMAS

ALLMÄNNA SVENSKA ELEKTRISKA A.B. **(ASEA)**, VÉSTERAS, SUÉCIA

Motores e geradores de corrente contínua e alterna, transformadores, aparelhagem de alta e de baixa tensão. Ascensores, monta-cargas e gruas. Máquinas eléctricas especiais para as indústrias de fiação, tecelagem, papel, etc. Electrificação completa de fábricas, caminhos de ferro, etc.

SVENSKA TURBINFABRIKS A.B. LJUNGSTRÖM, FINSPONG, SUÉCIA

Turbinas a vapor **STAL.**

AKTIEBOLAGET ATLAS DIESEL, ESTOCOLMO, SUÉCIA

Motores a óleos pesados estacionários e marítimos **POLAR.**
Compressores e ferramentas pneumáticas **ATLAS.**

AKTIEBOLAGET PENTAVERKEN, SKÖVDE, SUÉCIA

Motores marítimos **PENTA** a gasolina, petróleo e óleo. Moto-bombas, grupos electrogéneos.

LANDIS & GYR S.A., ZUG, SUISSA

Contadores eléctricos e aparelhos derivados, relógios e auto-interruptores.

GEBR. RITZ & SCHWEIZER, SCHWÄB, GMÜND, ALEMANHA

Bombas centrífugas, de alta e baixa pressão.

BAMFORDS, LTD., UTTOXETER, INGLATERRA

Motores Diesel de pequenas potências, motores a gasolina e petróleo.

SANDVIKENS JERNVERKS AKTIEBOLAG, SANDVIKEN, SUÉCIA

Aços para tôdas as aplicações.

LOUIS BRENTA, BRUXELAS, BÉLGICA

Serras de fita para trabalhar madeira, com e sem chariot.

JEAN VICAN, CASTELJALOUX, FRANÇA

Máquinas para trabalhar madeira.

AKTIEBOLAGET BALTIC, ESTOCOLMO, SUÉCIA

Desnatadeiras, batedeiras, máquinas para o tratamento do leite.

BERLIN-ANHALTISCHE MASCHINENBAU, A. G., DESSAU, ALEMANHA **(BAMAG).**

Materiais para transmissões, aparelhos diferenciais eléctricos, tensores de correia.

BERLINER MASCHINENBAU-A. G. (SCHWARTZKOPFF), BERLIM, ALEMANHA

Locomotivas a vapor e a óleo, material para caminhos de ferro.

Companhia das Fábricas Cerâmica Lusitânia

Sociedade Anónima de Responsabilidade Limitada

Antiga Fábrica Bessière

12 Fábricas de bons produtos cerâmicos

Sede social: R. DO ARCO CEGO, 88 — LISBOA

Armazem no PORTO — 240, R. Nova do Almada, 253

Escritório das fábricas de COIMBRA — Loreto — Estação

Depósitos próprios de distribuição e venda em:

FARO, SETÚBAL, LISBOA, COIMBRA, VISEU, PÔRTO E BRAGA

TELEGRAMAS:

Lisboa - EREISSEB

Coimbra-CERAMICA LUSITANA

TELEFONES:

LISBOA..... 45146 (P. B. X.)
COIMBRA . 816
PORTO..... 4581
BRAGA..... 132
VIZEU..... 260
SETUBAL . . 435
FARO..... 231

AS MAIORES FABRICAS

DE

LOUÇA SANITÁRIA (1 FÁBRICA)

Retretes, lavatórios, bidets, urinóis, banheiras, pias, retretes turcas, etc. — O melhor fabrico nacional, rivalizando com o melhor estrangeiro

AZULEJOS (2 FÁBRICAS)

Brancos, decorados e artísticos, em pó de pedra e em pasta calcárea (Tipo Espanhol)

LADRILHOS DE CIMENTO (2 FÁBRICAS)

Os mais resistentes, os mais bonitos e os mais baratos

PRODUTOS REFRACTÁRIOS (2 FÁBRICAS)

Barro em pó, tejolos e tejoleiras. — A melhor qualidade e a maior garantia

MOSAICOS CERAMICOS (1 FÁBRICA)

Os mais resistentes, grande variedade de côres e de tipos

TELHAS E TEJOLOS (4 FÁBRICAS)

Todos os modelos e dimensões, a melhor qualidade, a maior produção, o mais baixo preço

TUBOS DE GRÉS (2 FÁBRICAS)

A melhor qualidade. — A maior resistência. — O mais baixo preço

Produção anual: Mais de 50 milhões de produtos

Area construída: mais de 80.000 metros quadrados

1.000 cavalos de fôrça motriz

2.000 operários e empregados

PORTUGUESES! PREFERI OS NOSSOS PRODUTOS!

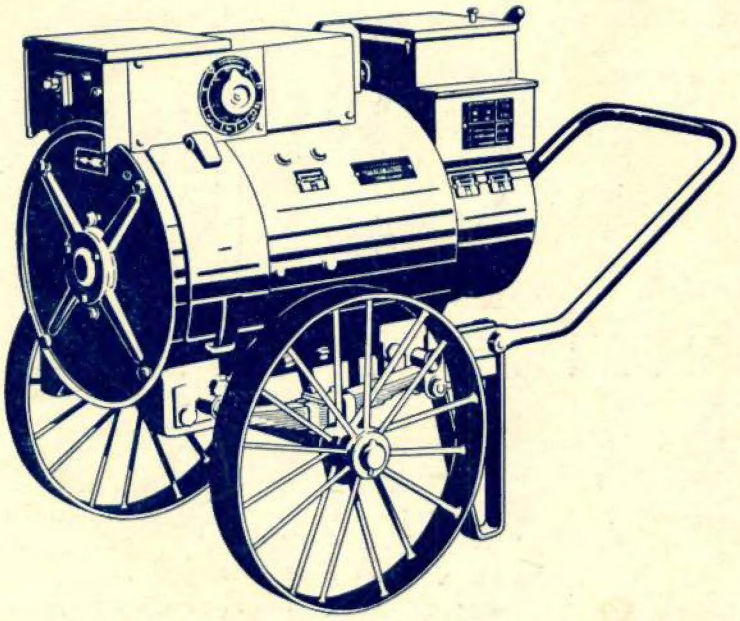
SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

BADEN (SUISSA)

A firma que instalou o maior número de kilowatts nas centrais Eléctricas Portuguesas

A firma que montou o maior número de turbinas a vapor em Portugal



Grupo para a soldadura eléctrica pelo arco de corrente contínua, 15-180 ampéres, 30-300 ampéres, 20-400 ampéres, dínamo especial sem inercia magnética

REPRESENTANTE GERAL PARA PORTUGAL E COLÓNIAS:

EDOUARD DALPHIN, ENGENHEIRO-DELEGADO

Escritório Técnico: Rua Passos Manuel, 191, 2.º — PORTO

Todas as máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminhos de ferro. Locomotivas, e auto-motoras Diessel-eléctricas Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Comandos eléctricos especiais para todas as máquinas utilisadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, etc.